ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ СТРОИТЕЛЬСТВУ
ГОССТРОЯ СССР
(ЦНИИОМТП)

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Москва — 1971

gost.e-ecolog.ru

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ СТРОИТЕЛЬСТВУ
ГОССТРОЯ СССР
(ЦНИИОМТП)

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва—1971

УДК 69.05 : 658.513

В настоящем Пособии изложены положения и требования, направленные на повышение качества проектов организации строительства и проектов производства работ, в свете решений партии и правительства по улучшению проектно-сметного дела.

Значительное внимание в Пособии уделено основным вопросам проектирования — методике расчета строительных потоков, в том числе неритмичных, с применением ЭВМ, вариантному проектированию с выбором наиболее рациональной последовательности возведения зданий (сооружений), увязке и совмещению процессов и работ при индустриальных методах строительства.

В книге, кроме того, содержатся: методика составления сводной организационно-технологической документации на годовую программу треста (СМУ, СУ) с многовариантным решением увязки процессов и распределения ресурсов (мощностей) по объектам и работам; методика определения оптимальных наборов инвентарных зданий для строительных площадок; основные направления развития механизации производства и рекомендации для выбора эффективных методов возведения зданий и технологии выполнения основных видов работ.

Пособие предназначено для работников проектных организаций, оргтехстроев, общестроительных и специализированных трестов, комбинатов, занятых проектированием организации строительства и производства работ.

3—2—4
План 2—3 кв. 1971 г., № 38

ВВЕДЕНИЕ

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. в области строительства предусматривается значительное повышение эффективности капитальных вложений, дальнейшая интенсификация строительного производства и рост производительности труда на 36—40%.

Главными направлениями технического прогресса и основой роста производительности труда в строительстве на ближайшую перспективу являются индустриализация строительства, основанная на массовом применении сборных элементов заводского изготовления и на использовании современных средств механизации и автоматизации строительных процессов, а также совершенствование организационно-технической подготовки к строительному производству.

Важная роль уделяется повышению уровня организационных мероприятий, выполняемых до начала работ на строительных площадках и направленных на своевременное и полное обеспечение строящихся объектов проектами организации строительства (ПОС) с комплексными укрупненными сетевыми графиками, проектами производства работ (ППР) с комплексными сетевыми графиками и типовыми технологическими картами (ТТК).

В свете Директив XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану возрастают требования к качеству проектно-сметной документации, в том числе документации по организации строительства и производству работ, отражению в ней новейших достижений строительной науки и техники. Объектами строительства в современных условиях являются не только отдельные здания, но преимущественно крупные комплексы, объединяющие промышленные и другие сооружения, сложные системы коммуникаций, жилые массивы. На их строительстве занято большое количество специализированных организаций с

привлечением значительных трудовых и материально-технических ресурсов. Проектирование документации по организации и технологии строительства таких объектов требует применения экономико-математических методов и вычислительной техники.

В действующих в настоящее время нормативных, научно-методических, справочных и других документах по организации и технологии строительного производства недостаточно отражены методические положения по решению ряда основных вопросов в проектировании — выбору рациональной последовательности возведения зданий, созданию устойчивого строительного потока и др.

Цель настоящего Пособия на основе исследований, проведенных ЦНИИОМТП и рядом научно-исследовательских организаций (НИИСП, ЦНИЛОЭС и др.), изложить особенности проектирования организации строительства и производства работ на современном этапе, ознакомить с методикой применения специальных систем расчета и экономико-математических методов по выбору рациональной последовательности и оптимальных схем и методов возведения отдельных зданий (сооружений) и их комплексов, организации длительных устойчивых строительных потоков, разработки для этой цели сводной документации по организации работ на годовую программу треста, определению оптимальных наборов инвентарных зданий для строительства, выбору эффективных методов производства работ.

В главе 1 излагаются требования к составу и содержанию проектов организации строительства и проектов производства работ в свете постановлений партии и правительства по совершенствованию капитального строительства. Уточнены состав и содержание составной части технического проекта «Организация строительства» при двухстадийном проектировании и техно-рабочего проекта при одностадийном проектировании. Определены признаки, по которым объекты классифицируются по степени их сложности, что соответственно уменьшает объем разрабатываемой документации.

Глава 2 посвящена поточным методам строительства, позволяющим сократить потери, связанные с неравномерностью использования труда рабочих на 2,2%, уменьшить потери рабочего времени в течение года на 15%, повысить использование машин на 19% и снизить себестоимость строительно-монтажных работ на 6—12%.

В создании строительного потока существенное значение имеет не только технологический расчет, выполняемый по правилам общей теории организации потока, но в большей мере соблюдение условий и принятие решений, обеспечивающих достижение запроектированного ритма производства и завершения строительства в установленные сроки. К таким условиям и решениям, отражаемым в проектах организации строительства и проектах производства работ, относятся: выбор наиболее рациональной последовательности возведения зданий (сооружений), условия совмещения во времени и пространстве основных (ведущих) видов работ, увязка заводского изготовления, транспорта и монтажа сборных конструкций для создания «сквозного» потока, организация монтажа полносборных зданий с «транспортных средств».

В «Общих положениях» к главе 2 сформулированы общие определения, принципы и закономерности строительного потока.

В разделе А изложены методика проектирования потока в промышленном строительстве и особенности организации потока на линейных объектах, методика расчета неритмичных потоков с применением сетевых моделей и ЭВМ, позволяющая на основе анализа параметров комплексных сетевых графиков при заданном сроке строительства и заданной мощности производства решать задачи формирования и расчета строительных неритмичных потоков.

В разделе Б приведены методические положения по определению рациональной последовательности возведения зданий, совмещению и увязке работ. Значительное внимание уделено наиболее массовым одноэтажным промышленным зданиям с применением унифицированных конструкций с высокой степенью заводской готовности. Для таких зданий, в результате вариантной проработки проектных решений, могут быть выявлены значительные резервы в части сокращения продолжительности строительства, в частности найдена такая последовательность возведения, при которой продолжительность строительства объекта уменьшится до 10—12%, а сроки выполнения строительно-монтажных работ на отдельных участках (производствах) сократятся в 2,5—3 раза.

Принципиальная схема поиска рациональной последовательности возведения одноэтажного здания облегчит проектировщикам решение задач при конкретном

проектировании и может быть использована также для оптимизации календарных планов, входящих в состав проектов организации строительства и проектов производства работ.

Пользуясь предложенными ЦНИИОМТП графиками, можно оценивать варианты организации монтажных работ по стоимости смонтированных конструкций (с учетом затрат на изготовление, транспортирование, погрузочно-разгрузочные работы и монтаж), избегая трудоемких расчетов, и отбирать наиболее выгодный вариант.

С целью повышения эффективности монтажных работ в целом и работы производственных звеньев в отдельности предлагается разработка в составе проектов производства работ графиков увязки изготовления, транспортирования и монтажа строительных конструкций с учетом совмещения работ во времени.

Раздел В содержит методику и примеры расчетов комплексного потока по застройке жилого массива.

В жилищно-гражданском строительстве широкое применение получат крупнопанельные здания. Перспективным решением в организации строительства таких зданий будет монтаж их конструкций с «транспортных средств». В данном разделе сформулированы требования к проектам производства работ в части увязки сроков комплектации сборных деталей на заводах, их транспортирования и монтажа.

В разделе Г освещены особенности возведения производственных комплексов и отдельных зданий и сооружений в условиях сельской местности и соответственно определены порядок и методика разработки проектов организации строительства и проектов производства работ. Учитывая рассредоточенный характер строительства и небольшой объем работ, наличие мобильных строительных подразделений, в Пособии даны рекомендации по составлению ПОР на годовой объем работ, по составу объектных потоков, а также методика и пример разработки сетевого графика для строительного участка.

В главе 3 изложены общие положения и методика разработки сводного проекта организации работ на годовую программу строительной организации с примерами. Методика предусматривает многовариантный подход к увязке процессов и распределению ресурсов при выполнении основных видов строительно-монтажных работ на объектах. При этом допускается применение любых ви-

дов моделей строительства (линейных, сетевых, циклограммных). Рекомендуемая методика, разработанная ЦНИИОМТП с использованием опыта различных организаций, внедряется на ряде строек.

Глава 4 посвящена применению инвентарных зданий для строительства. Организация заводского изготовления подсобно-вспомогательных и обслуживающих строительство инвентарных зданий является крупной народнохозяйственной задачей.

Отсутствие необходимых нормативных и методических данных для расчета потребности в мобильных инвентарных зданиях и помещениях вызвали необходимость создания для этой цели методики, отражающей динамичность строительного производства, специфику и совмещение работ во времени, интенсивность выполнения работ, изменения номенклатуры зданий в процессе строительства и др.

В главе 4 излагается разработанная ЦНИИОМТП методика и алгоритмы с приведением необходимой классификации инвентарных зданий, определением их номенклатур и оптимальных наборов, изложением схемы расчетов и иллюстративным материалом. Методика рассчитана на применение при формировании наборов инвентарных зданий для строительных площадок различных отраслей строительства. Она может служить основой при определении наборов на весь объем строительства, осуществляемого подрядной строительно-монтажной организацией.

В главе 5 приведены рекомендации по применению комплексномеханизированных процессов и работ при строительстве различного вида сооружений, решения по методам возведения одноэтажных и многоэтажных зданий из сборных железобетонных конструкций, а также основные сведения о последовательности строительно-монтажных процессов, их технологии и другие материалы, которые необходимо учитывать при разработке проектов организации строительства и проектов производства работ.

Пособие разработано отделом организации строительства Центрального научно-исследовательского и проектно-экспериментального института организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП) Госстроя СССР с участием НИИСП Госстроя УССР, Гипрогаз Мингазпрома СССР, Гипро-

оргсельстрой Минсельстроя СССР, ЦНИЛОЭС МИСИ им. Куйбышева.

В разработке принимали участие: от ЦНИИОМТП— Г. А. Скопин (введение, глава 1, общее редактирование), В. В. Шахпаронов, Н. В. Аникеев (глава 2, редактирование отдельных глав), Л. П. Аблязов, А. П. Савин, В. И. Троицкая (глава 3), И. В. Степанов, П. П. Олейник (глава 4), Ш. Л. Мачабели, В. И. Привин, И. Я. Стронгин, Я. Г. Могилевский, В. Б. Белевич (глава 5), В. П. Березин, В. Н. Кузьмичев (приложение 1), И. В. Приставакин, Н. П. Сугробов (глава 2), В. Л. Соколов (глава 1), от НИИСП — Б. М. Шевчук, К. Медина-Гарсия, Г. Б. Сичкаренко, П. А. Недавний, С. А. Воронин, Е. Н. Мельник (глава 2), от Гипрогаза — А. Н. Высоцкий (глава 2), от Гипрооргсельстроя — И. М. Эренбург, Н. А. Сидоров, А. Г. Кежутин (глава 2), от ЦНИЛОЭС — С. М. Павлов, З. М. Хадонов (глава 2).

Руководитель темы — М. С. Сашенков.

Замечания и предложения просьба направлять в Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП) Госстроя СССР по адресу: Москва, 127434, Дмитровское шоссе, 9.

Глава 1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Проектирование организации строительства и производства работ осуществляется с соблюдением положений и требований, установленных Постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР по совершенствованию капитального строительства, принятыми в 1969 г. и в соответствии с утвержденными Госстроем СССР в развитие этих Постановлений инструкциями и указаниями [1].

1.2. Проекты организации строительства (ПОС) и проекты производства работ (ППР) должны составляться с учетом всего нового и прогрессивного и основываться на принципах индустриализации строительства, совершенствования методов и форм его организации.

Важнейшие из них:

повышение сборности конструкций и деталей заводского изготовления;

переход на узловой монтаж конструкций и технологического оборудования;

специализация и кооперирование строительно-монтажных организаций, обеспечивающих строительство материально-техническими ресурсами, совершенствование их организационной структуры и взаимосвязи;

внедрение поточных методов в строительстве производственных комплексов, предприятий, жилых массивов, зданий и сооружений;

---

[1] «Временная инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства» (СН 202-69).

«Временная инструкция по разработке проектов и смет для жилищно-гражданского строительства» (СН 401-69).

перевод на индустриальные основы изготовления и эксплуатации парка инвентарных зданий и сооружений, применение унифицированных инвентарных объектов и помещений передвижного, контейнерного и сборно-разборного типов;

комплексная механизация и автоматизация строительно-монтажных работ.

Проектирование должно осуществляться с учетом:

пятилетних планов капитального строительства, утвержденных в установленном порядке по каждому министерству и ведомству СССР и союзной республике;

рекомендаций по использованию результатов законченных научных исследований в области совершенствования организации строительства и технологии производства строительных, монтажных и специальных работ;

основных требований по научной организации труда и производства.

При проектировании следует руководствоваться:

основными техническими направлениями в проектировании и строительстве предприятий соответствующих отраслей промышленности, исходя из достижений науки и техники;

типовыми проектными решениями (типовые проекты производства работ, типовые технологические карты и карты трудовых процессов строительного производства, схемы комплексной механизации и др.).

1.3. Решения по возведению зданий и сооружений, принимаемые в проектах организации строительства и проектах производства работ должны быть обоснованы технико-экономическими расчетами с оценкой возможных вариантов. Выбор рациональных вариантов следует производить с применением экономико-математических методов и средств вычислительной техники.

1.4. Объем проектной документации и степень ее детализации в значительной мере обусловлены характером проектируемого объекта, особенностями его объемно-планировочных и конструктивных решений и сложностью условий или методов строительства.

Для крупных строек или объектов с комплексом сложных зданий и сооружений различной объемно-планировочной и конструктивной характеристики необходима особо тщательная организационно-техническая подготовка к строительству, разработка ПОС и ППР в полном составе, установленном действующей инструкцией.

Для групп или отдельных зданий, состоящих из типовых унифицированных секций и пролетов, строительство которых не связано со сложными условиями или методами работ, разработка документации в полном объеме не требуется. Для технически несложных объектов документация разрабатывается в сокращенном объеме согласно действующей инструкции.

В практике проектирования и строительства различают объекты сложные, средней сложности и несложные.

СЛОЖНОСТЬ ОБЪЕКТОВ И ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА

1.5. *К сложному объекту* относится производственный комплекс, состоящий из ряда сложных зданий и сооружений различной объемно-планировочной и конструктивной характеристики, строительство которого требует проведения тщательной организационно-технической подготовки. В строительстве такого комплекса обычно участвует большое количество организаций (до 20 и более, включая проектные, строительные, специализированные и заводы-поставщики), выполняющих значительный объем строительных работ и монтажа различных видов технологического и подъемно-транспортного оборудования (в том числе именникового, нестандартного, вновь осваиваемого импортного и др.), с широкой номенклатурой, применяемых конструкций и материалов. К категории сложных объектов относятся: крупные промышленные комбинаты с многими цехами и производствами; основные производственные здания и сооружения заводов черной металлургии (цехи: доменный, сталеплавильный, листопрокатный, рельсобалочный, трубопрокатный); главные корпуса ТЭЦ мощностью более 200 тыс. *квт;* основные производственные сооружения коксохимических заводов, горно-обогатительных предприятий и т. п.

К сложным зданиям и сооружениям относятся отдельные здания и сооружения с особо сложными конструкциями, строительство которых осуществляется с применением специальных вспомогательных приспособлений и устройств (специальная опалубка сводов-оболочек, скользящая опалубка, устройства для подъема и сборки уникального оборудования и т. п.).

К категории сложных сооружений следует относить

мосты, эстакады, путепроводы и другие сооружения при наличии одного или ряда следующих признаков:

возведение железобетонных и металлических пролетных строений производится способом навесного или полунавесного монтажа, навесным бетонированием, продольной надвижкой, перевозкой на плаву, сборкой на арочных кружалах;

возведение опор глубокого заложения — на сваях-оболочках или буровых сваях;

реконструкция существующих сооружений или строительство в стесненных городских условиях;

применение конструкций или методов строительства, отличающихся новизной принятых решений.

К технически сложным объектам сельского строительства относятся: элеваторы, комбикормовые заводы, предприятия по переработке сельхозпродуктов, заводы по ремонту сельхозтехники, а также некоторые общественные здания (сельские Дома культуры, больницы и др.).

Для сложных объектов в составе проектов организации строительства разрабатываются комплексные укрупненные сетевые графики (КУСГ), в которых устанавливаются сроки выполнения проектных работ, осуществления строительства по отдельным этапам, сроки изготовления и поставки оборудования и освоения производственных мощностей. График составляется генеральным проектировщиком, согласовывается с заказчиком, организацией, комплектующей стройку технологическим оборудованием, генеральной подрядной и ведущей монтажной организациями и утверждается в составе технического проекта.

Примечание. Степень сложности объектов и необходимость составления для них комплексных укрупненных сетевых графиков устанавливаются инстанцией, утверждающей задание на проектирование совместно со строительным министерством.

1.6. *К объектам средней сложности* относятся производственные комплексы, состоящие из одноэтажных, многоэтажных и смешанных однородных и неоднородных[1] зданий с преимущественным применением унифициро-

[1] Однородные — объекты с многократной повторяемостью конструктивных решений секций, пролетов с примерно одинаковыми объемами строительно-монтажных работ.

Неоднородные — объекты без повторяющихся габаритных размеров зданий, конструктивных решений секций и пролетов с неодинаковыми объемами строительно-монтажных работ.

ванных типовых строительных конструкций и серийного технологического оборудования. К ним могут быть отнесены, например, сборочные цехи автомобильных заводов; производственные корпуса заводов основной химической промышленности; основные производственные здания предприятий строительной индустрии; многоэтажные промышленные здания, театры, клубы, санатории и т. п.

Для объектов средней сложности, если заданием на проектирование не предусмотрено составление КУСГ, разработка комплексных укрупненных сетевых графиков не обязательна.

1.7. *Несложными объектами* следует считать однородные здания и сооружения, возводимые с применением типовых строительных конструкций и серийного технологического оборудования, требующие осуществления сравнительно небольшого количества (10—15) строительных процессов с ограниченным количеством организаций, участвующих в проектировании и строительстве.

К таким объектам могут быть отнесены: одноэтажные промышленные здания с числом пролетов не более трех при высоте до 10 *м*; вспомогательные здания химических комбинатов, металлургических заводов, предприятий промышленности строительных материалов; наземные сооружения шахт и другие промышленные объекты, жилые, административные и бытовые здания.

Проектирование таких объектов осуществляется, как правило, в одну стадию — техно-рабочий проект (технический проект, совмещенный с рабочими чертежами).

1.8. В зависимости от сложности и типа строительных объектов определяются основные решения по организации их строительства.

Для сложных объектов, требующих четкой координации работы строительных и других организаций для обеспечения ввода в действие объектов в заданные сроки, наиболее целесообразно строительство по сетевым графикам в сочетании с поточным методом.

Возведение таких объектов с обеспечением полной или строго фиксированной по времени строительной готовности зданий, сооружений или их отдельных частей (цехов, участков, помещений) к началу монтажа технологического оборудования может быть организовано по трем принципиальным схемам:

а) монтаж оборудования осуществляется до строительства надземной части здания (сооружения);

б) монтаж технологического оборудования ведется параллельно или с некоторым отставанием от запланированных строительно-монтажных работ на объекте. При параллельном выполнении указанных работ возможно максимальное использование одних и тех же комплектов подъемно-транспортных средств, работающих по взаимоувязанной программе;

в) установка и монтаж всех видов оборудования производятся в полностью законченном строительством здании с помощью специальных монтажных механизмов и приспособлений.

Каждая из перечисленных схем требует взаимной увязки и определенной последовательности выполнения строительно-монтажных работ, позволяющей начинать монтаж технологического оборудования в наиболее ранние сроки без нарушений правил техники безопасности.

Для объектов средней сложности, допускающих деление их на ряд одинаковых или однотипных захваток, наиболее целесообразно применение поточного метода организации строительства с принятием циклового потока.

Последовательность строительных, монтажных и специальных работ и монтажа технологического оборудования, а также очередность возведения с целью открытия фронта для последующих работ на таких объектах определяется принятым при проектировании направлением развития процессов монтажа.

В многоэтажных зданиях различного назначения развитие строительно-монтажных процессов возможно в горизонтальном, вертикальном и комбинированном направлениях. Горизонтальное развитие процессов предусматривает последовательно поэтажное возведение объекта. Вертикальное — строительство многоэтажного здания отдельными отсеками на высоту всего здания. Комбинированное направление предусматривает развитие одних групп процессов горизонтально, других вертикально.

На несложных объектах линейного типа или площадочных, состоящих из нескольких однородных зданий, эффективно применение поточного метода с принятием непрерывных или цикловых (перемещающихся с объекта на объект) потоков.

Отдельно расположенные объекты целесообразно возводить методом раздельной организации работ.

Одноэтажные промышленные здания различных групп, относящиеся к категории несложных, возводятся только по горизонтальной схеме. Такие здания возводятся отдельными пролетами, секциями, ограниченными температурными швами или в последовательности, предусматривающей комбинацию попролетного и посекционного возведения здания.

ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

1.9. Проект организации строительства (ПОС) разрабатывается как составная часть технического проекта при двухстадийном проектировании и техно-рабочего проекта при одностадийном проектировании, именуемая «Организация строительства».

Состав, содержание, порядок и методика разработки принимаются в соответствии с действующими «Инструкцией о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства работ» (СН 47-67), «Рекомендациями по методике составления проектов организации строительства и проектов производства работ» (ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1968 г.).

1.10. В состав ПОС при двухстадийном проектировании включаются:

комплексный укрупненный сетевой график (для несложных объектов допускается составлять сводный календарный план строительства);

календарный план работ, выполняемых в подготовительный период;

сводная ведомость объемов основных строительных, монтажных и специальных строительных работ;

ведомость объемов строительных и монтажных работ, выполняемых в подготовительный период;

схема комплексного потока;

сводный график потребности в строительных конструкциях, деталях, полуфабрикатах, основных материалах и оборудовании;

предельные сроки передачи оборудования для монтажа в соответствии с главой СНиП III-А.3-66 «Нормы продолжительности строительства предприятий, очередей, пусковых комплексов, цехов, производств, установок, зданий и сооружений»;

строительный генеральный план с расположением постоянных, временных зданий и сооружений и устройств, в том числе железных и автомобильных дорог, основных коммуникаций и складов, крупных механизированных установок с выделением условными обозначениями схемы потоков и объектов, сооружаемых в подготовительный период;

ситуационный план строительства (при необходимости);

график движения основных машин по строительству;

календарный график обеспечения строительства проектной документацией;

пояснительная записка, содержащая описание и обоснование принятых методов работ и все необходимые расчеты.

Указанный состав ПОС может изменяться соответственно отраслевой специфике объектов в соответствии с инструкцией СН 47-67.

ПОС для реконструкции и расширения предприятия должен дополнительно содержать:

показанные на стройгенплане условными обозначениями объекты реконструкции, существующие подземные и надземные коммуникации, разбираемые и перекладываемые линии, проезды на территории действующих предприятий;

указания о подключении временных и перестройке существующих коммуникаций, а также о том, в каком порядке очередности будут производиться работы и какие из цехов или пролетов должны быть остановлены на период строительства;

состав работы подготовительного периода и мероприятия по защите действующего оборудования при реконструкции цехов, а также по безопасному ведению работ.

1.11. В проекте организации строительства должны быть определены этапы строительно-монтажных работ (количество, состав и сметная стоимость) для отражения в сметной документации (работа выполняется совместно со сметной группой ПОР). Рекомендации о финансировании по этапам излагаются в пояснительной записке.

Этап — технологически законченный комплекс строительно-монтажных работ, выполнение которых обеспечивает завершение строительства отдельных крупных частей зданий и сооружений, а также работ по монтажу технологического оборудования и сдачу его в эксплуата-

цию (блок, секция, технологическая линия и т. п.) или создает фронт работ для последующего осуществления строительно-монтажных работ этапами (подземная часть здания, надземная часть, пролет, сдача работ под монтаж и т. п.).

Очередность и сроки завершения этапов должны обеспечивать ввод в эксплуатацию объектов строительства в установленные проектом сроки в соответствии с нормами продолжительности строительства.

В этапах работ, утвержденных в составе сметы на строительство зданий и сооружений, выделяются объемы и сметная стоимость работ каждой субподрядной организации (внутренние санитарно-технические устройства, монтаж технологического и другого оборудования и т. п.).

1.12. Рекомендуется следующая примерная схема определения этапов.

По объектам производственного назначения

I этап — подготовительные работы;

II » — земляные работы, фундаменты под здания (под часть здания), вводы водопровода, канализации, теплоэнергоснабжения и, по возможности, технологических трубопроводов;

III этап — каркас здания в установленном объеме или стены наружные и внутренние; заполнение проемов в объеме, обеспечивающем производство монтажных работ; колонны, укладка подкрановых путей, перекрытия, фермы, кровля, отделочные работы;

IV этап — внутренние санитарно-технические, электромонтажные работы, вентиляция, теплоэнергоснабжение, внутрицеховые технологические трубопроводы, монтаж технологических металлоконструкций, монтаж технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и автоматики, специальные работы по теплоизоляции, футеровке огнеупорами, антикоррозионным устройствам.

По объектам жилищно-гражданского строительства

а) При строительстве по типовым проектам:

I этап — подготовительные работы и нулевой цикл;

II » — надземная часть здания.

б) При строительстве по нетиповым проектам:

I этап — подготовительные работы и подземная часть здания;

II этап — надземная часть здания;

III этап — монтаж специального оборудования (кондиционеры, оборудование сцены и т. п.).

Министерства и ведомства — заказчики по согласованию с соответствующими строительными министерствами (основными подрядчиками) должны установить схемы определения этапов работ по основным видам строек с учетом специфики строительства объектов данной отрасли.

При составлении ПОС большое внимание должно уделяться правильному выбору организационной структуры строительной организации, исключающей наличие маломощных, технологически и экономически неоправданных производственных подразделений и звеньев в аппарате управления.

В основу организационной структуры должны быть положены следующие основные принципы:

специализация организаций, присущая данной отрасли строительства;

структура намечаемых к производству работ — их объемы, номенклатура, характер на текущий и перспективные годы;

рост уровня специализации;

кооперирование строительства;

концентрация строительного производства.

При решении вопросов по количеству строительных организаций и уровню специализации по работам, выполняемым собственными силами, по генподряду, а также отдельным видам работ расчеты могут вестись по методике, изложенной в приложении 1.

1.13. При одностадийном проектировании составная часть техно-рабочего проекта «Организация строительства» на строительство здания или сооружения должна содержать: данные о продолжительности строительства; ведомость объемов работ и потребность в строительных конструкциях, деталях, полуфабрикатах и основных материалах, исчисленных по рабочим чертежам; потребность в основных машинах, энергетических ресурсах (электроэнергия, пар, сжатый воздух, вода), а также в строительных кадрах, последовательность производства строительно-монтажных работ; типовые технологические карты на особо сложные работы; схемы производства основных видов работ по строительству объекта.

Техно-рабочие проекты, составленные согласно действующей инструкции для объектов, строительство кото-

рых намечается осуществлять по типовым и повторно применяемым экономичным индивидуальным проектам, а также для технически несложных объектов должны, при необходимости, привязываться к местным условиям строительно-монтажными организациями в установленном порядке.

ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

1.14. Одно из решающих условий четкой работы строительных организаций состоит в тщательной подготовке основных работ по сооружению объекта на вновь осваиваемой площадке. Неполное и несвоевременное проведение подготовительных работ резко ухудшает количественные и качественные показатели работы стройки на протяжении всего периода строительства.

Состав, очередность и продолжительность работ подготовительного периода намечаются в проекте организации строительства. Детальная разработка осуществляется при составлении проекта производства работ.

В состав ППР подготовительного периода включаются: календарный план производства работ или сетевой график; график поступления потребных на этот период строительных конструкций, деталей, полуфабрикатов, основных материалов и оборудования;

строительный генеральный план всей площадки строительства с уточненным расположением на нем временных сооружений, внеплощадочных и внутриплощадочных коммуникаций и сетей с подводкой их к местам потребления с выделением работ, выполняемых в подготовительный период;

рабочие чертежи привязки типовых временных сооружений;

рабочие чертежи или схемы на монтаж технических средств диспетчеризации;

краткая пояснительная записка.

1.15. В состав ППР для объекта (при двухстадийном проектировании) включаются:

календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график;

строительный генеральный план объекта, а в случаях, когда ППР составляется на пусковой комплекс, строительный генеральный план комплекса объектов;

график поступления на объект строительных конструкций, деталей, полуфабрикатов, материалов и обору-

дования с приложением комплектовочной ведомости для первого года строительства по месяцам, для последующих лет — укрупненно по кварталам;

сводный график потребности в рабочих кадрах и основных строительных машинах по объекту или пусковому комплексу;

технологические карты на сложные работы и работы, выполняемые новыми методами; на остальные работы — схемы организации работ;

рабочие чертежи привязки типовых временных сооружений;

мероприятия по технике безопасности, требующие проектной разработки (укрепление земляных выемок, временное крепление монтируемых конструкций и др.);

краткая пояснительная записка.

Для сложных по выполнению видов работ (монтаж сборных железобетонных конструкций, металлического каркаса, технологического оборудования и т. д.) взамен технологических карт составляются самостоятельные разделы ППР по видам работ.

1.16. При одностадийном проектировании в качестве ППР используются материалы, содержащиеся в части «Организация строительства» техно-рабочего проекта, привязанные к местным условиям строительства. При этом ППР, как для технически несложного объекта, состоит из календарного плана работ, стройгенплана, краткой пояснительной записки с расчетами и обоснованиями принятых решений.

1.17. ППР при строительстве промышленных предприятий и пусковых комплексов поточными методами должен содержать:

схему структуры комплексного потока и комплексный сетевой график;

сводные планы производства работ по комплексным, объектным и специализированным потокам;

график работы строительных и специализированных организаций;

сводный график потребности в сборных конструкциях, полуфабрикатах, основных материалах и технологическом оборудовании для строительства;

сводные графики работы основных строительных машин;

графики потребности в рабочих по объектным потокам и в целом по строительству;

строительные генеральные планы с распределением зданий и сооружений и коммуникаций по объектным потокам;

технологические карты или схемы организации и производства работ;

технологические расчеты параметров потока;

пояснительную записку.

1.18. В ППР должны быть разработаны мероприятия по контролю качества строительно-монтажных работ:

допуски в соответствии с требованиями глав III части СНиП (в технологических картах);

перечень актов на скрытые работы;

сроки проведения проверки и испытания отдельных конструктивных элементов (ферм, балок и т. п., собираемых в построечных условиях из отдельных узлов), систем (например, трубопроводных) и отдельных агрегатов основного оборудования (в календарных планах производства работ).

1.19. Исходными материалами для составления ППР являются:

а) *при двухстадийном проектировании:*

утвержденный технический проект;

рабочие чертежи и сметы;

данные о поставке технологического, энергетического, сантехнического и другого оборудования, принятые в утвержденном техническом проекте и подтвержденные заказчиком;

данные о поставке сборных конструкций, деталей, изделий и полуфабрикатов;

данные строительных и монтажных организаций о наличии парка машин и механизмов, возможности его расширения;

действующие нормативные документы: СНиП, инструкции и указания по производству и приемке строительных, специальных и монтажных работ, в том числе по технике безопасности в строительстве;

организационно-технологическая модель годового плана работ треста или отдельного СМУ (СУ) при ее разработке (в соответствии с указаниями главы 3 настоящего Пособия);

б) *при одностадийном проектировании:*

разрабатываемые в составе техно-рабочего проекта его части (согласно действующим инструкциям по составлению проектов и смет для строительства);

рабочие чертежи и сметы на строительство объекта;

прочие материалы применительно к перечню, приведенному в подпункте «а».

Проекты производства работ целесообразно разрабатывать с учетом «Рекомендаций по методике составления проектов организации строительства и проектов производства работ», при этом необходимо учитывать следующие дополнительные требования к ППР, вытекающие из Постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 мая 1969 г.:

сроки начала и продолжительность основных строительно-монтажных работ на объекте должны соответствовать срокам начала и продолжительности каждого вида работ, зафиксированным на организационно-технологической модели годового плана работ треста (СМУ);

в календарном плане производства работ (или сетевом графике) номенклатура строительных процессов и работ приводится в такой последовательности, которая соответствует последовательности их выполнения этапами, определенными при составлении ПОС, и позволяет выделить эти этапы во времени.

Схемы и методы организации выполнения основных строительно-монтажных работ при разработке ППР целесообразно принимать в соответствии с указаниями главы 5.

ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ И КАРТЫ ТРУДОВЫХ ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.20. Типовые технологические карты используются при составлении ПОС для выбора рациональных решений по организации и технологии производства работ; при составлении ППР как производственно-технологическая документация по выполнению строительно-монтажных работ.

Типовые технологические карты разрабатываются по действующим методическим указаниям[1] в соответствии с планами, утвержденными строительными министерствами и ведомствами. Паспорта разработанных карт публикуются в 6-й части Строительного каталога.

---

[1] «Методические указания по разработке типовых технологических карт в строительстве». Стройиздат, 1970.

Типовая технологическая карта может быть составлена на следующие процессы:

а) возведение конструктивных элементов здания или сооружения (например, монтаж сборных железобетонных фундаментов или колонн, устройство свайного основания, устройство кровли);

б) выполнение разных видов работ (земляных, отделочных и др.), а также комплексов работ, условно принятых за единицу измерения объема (например, укладка 100 *м* трубопровода, укладка 1 *км* верхнего строения железнодорожного пути предварительно собранными звеньями и т. п.);

в) выполнение комплекса работ, связанных с возведением части здания или сооружения (например, монтаж сборных железобетонных элементов типовой секции промышленного здания) либо небольших сооружений (например, монтаж сборного железобетонного малого моста).

При разработке типовых технологических карт, а также проектов производства работ используются типовые карты трудовых процессов строительного производства.

1.21. Типовые карты трудовых процессов строительного производства в отличие от технологических карт, содержащих основные принципиальные указания по организации и методам труда, основное внимание направлено на сущность приемов и методов труда, рабочих движениях, взаимоувязке действий исполнителей в трудовом процессе. Их цель при составлении и осуществлении на объектах строительства мероприятий по совершенствованию методов и форм организации труда рабочих (формирование бригад и звеньев, внедрение высокопроизводительных приемов и методов труда, эффективных инструментов и приспособлений, рациональной организации рабочих мест и т. д.) — установление оптимальных режимов труда и отдыха, а также создание благоприятных производственных условий на строительных площадках.

Глава 2

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОТОЧНЫМИ МЕТОДАМИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Поточный метод строительства основан на применении принципов непрерывности и равномерности процессов в строительном производстве при возведении отдельных зданий, сооружений и их комплексов (промышленных предприятий, жилых массивов, дорог и т. д.), а также при организации работы строительных подразделений (трестов, управлений, участков) по выполнению годовой производственной программы.

Для создания строительного потока необходимо, во-первых, комплекс работ по строительству объектов расчленить на составляющие процессы, разделить труд между исполнителями и закрепить составляющие процессы за бригадами и звеньями и, во-вторых, рассчитать производственный ритм путем разделения общего фронта работ (здания или сооружения) на участки (захватки) и назначения примерно одинаковой продолжительности работ на этих участках, максимально совместив во времени и пространстве выполнение составляющих процессов.

2.2. Различают следующие разновидности строительных потоков:

по структуре и виду продукции — специализированные, объектные и комплексные;

по характеру движения — цикловые и непрерывные (ритмичные и неритмичные);

по продолжительности строительства — краткосрочные и долгосрочные (непрерывные) потоки.

Специализированный поток состоит из ряда поточно выполняемых на захватках элементарных процессов (частных потоков), объединенных единой системой пара-

метров и схемой потока, а также общей строительной продукцией в виде конструктивного элемента или части здания (сооружения).

Объектные потоки создаются совокупностью специализированных потоков, общей продукцией которых являются законченные строительством здания (сооружения) или их группы (пролет промышленного корпуса, дороги, сложное технологическое оборудование и т. д.).

Комплексный поток представляет собой сочетание объектных потоков, объединенных общей продукцией в виде комплекса зданий и сооружений.

2.3. Закономерности строительного потока выражаются его параметрами:

Пространственными — фронт работ, участок, захватка, делянка, ярус;

технологическими — число специализированных и частных потоков, объемы и трудоемкость работ, интенсивность (мощность) потока;

параметрами времени — модуль цикличности, шаг потока, темп потока.

2.4. При выполнении технологических расчетов и построении циклограммы можно следовать двумя путями, исходя из:

а) заданного срока строительства, признанного экономически целесообразным;

б) заданной мощности строительного производства, по которой устанавливается расчетная интенсивность строительного потока.

В первом случае в ходе расчета определяются интенсивности объектных и специализированных потоков, отвечающие заданным срокам строительства. Во втором случае по принятой интенсивности строительного потока устанавливается срок строительства объекта или комплекса объектов.

В обоих случаях принятая продолжительность строительства не должна превышать директивных сроков и установленных норм.

2.5. Исходные данные и состав проектных материалов по организации строительного производства поточными методами приводятся в инструкции СН 47-67, а также в действующих указаниях по проектированию поточного строительства промышленных предприятий и жилищно-гражданских объектов.

2.6. В создании строительного потока существенное

значение имеет соблюдение условий и принятие решений, обеспечивающих достижение запроектированного ритма производства и завершение строительства объектов в установленные сроки.

К таким условиям и решениям, отражаемым в проектах организации строительства и проектах производства работ, относятся:

а) выбор наиболее рациональной последовательности возведения зданий (сооружений);

б) максимально возможное совмещение во времени и пространстве основных (ведущих) видов работ;

в) увязка заводского изготовления, транспорта и монтажа сборных конструкций с целью организации «сквозного» потока;

г) организация монтажа полносборных зданий с транспортных средств.

А. ПРОМЫШЛЕННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Проект организации строительства

2.7. Проект организации строительства начинают разрабатывать с выявления структуры комплексного потока. В комплексный поток включают работы по возведению всех постоянных сооружений, входящих в состав строящегося объекта (предприятия, сооружения), в том числе по тем сооружениям, зданиям, инженерным сетям, дорогам и т. п., которые строятся в подготовительный период.

Подготовительные работы, в связи с их разнообразием и выполнением в начальный период деятельности строительной организации в комплексный поток включать не обязательно. При значительных объемах подготовительных работ для их осуществления организуют несколько самостоятельных краткосрочных объектных или специализированных потоков (например, по монтажу временных и инвентарных зданий, устройству временных автомобильных дорог, путей для башенных кранов и т. п.).

При наличии в составе строящегося предприятия (объекта) отдельных зданий и сооружений, резко отличающихся по технологии возведения от других зданий и сооружений промышленного комплекса с малыми объемами работ на них (дымовые и вентиляционные трубы,

отдельные подземные резервуары, водонапорные башни, насосные станции первого подъема и т. п.), эти здания и сооружения возводятся вне потока.

2.8. Назначение и количество объектных потоков определяются в зависимости от характера и размеров строящегося предприятия, его очереди или пускового комплекса, конструктивных и объемно-планировочных решений, а также взаимного расположения объектов и от других местных условий.

В объектные потоки группируют одинаковые и технологически однородные сооружения или их части (участки). Для этого предварительно производится деление основных производственных сооружений на участки и составляются соответствующие схемы.

Объектные потоки рекомендуется организовывать для строительства: внеплощадочных и внутриплощадочных коммуникаций, инженерных сетей и дорог раздельно по каждому их виду, основных производственных сооружений, объектов подсобного производственного и обслуживающего назначения, зданий административно-технического и культурно-бытового назначения, специальных сооружений, а также для выполнения работ по благоустройству площадок.

Назначая объектные потоки для данной очереди строительства, следует предусматривать возможность их дальнейшего развития на объектах последующей очереди строительства. Обоснование продолжительности объектных потоков и календарных сроков строительства отдельных зданий и сооружений, охватываемых этими потоками, производится путем выполнения технологических расчетов и построения циклограммы.

2.9. Технологические расчеты и построение циклограммы при заданном сроке строительства T ведут в такой последовательности:

а) устанавливают продолжительность периода развертывания τ_0 всех объектных потоков в составе комплексного [значение τ_0 можно принимать в соответствии с приложением 8 «Указаний по проектированию поточного строительства промышленных предприятий» (СН 306-65), аналогам или другим данным];

б) определяют продолжительность подготовительного периода $T_п$. Для этого пользуются союзными, республиканскими либо ведомственными нормативами, данными о строительстве аналогичных предприятий или предвари-

тельными расчетами. Обычно продолжительность подготовительного периода составляет 25—30% срока строительства промышленного предприятия;

в) разрабатывают расчетную схему комплексного потока.

Исходя из требований ввода отдельных объектов в эксплуатацию в соответствии с установленными очередями строительства, а также из условий готовности к началу возведения основных производственных корпусов постоянных зданий и сооружений, инженерных сетей и

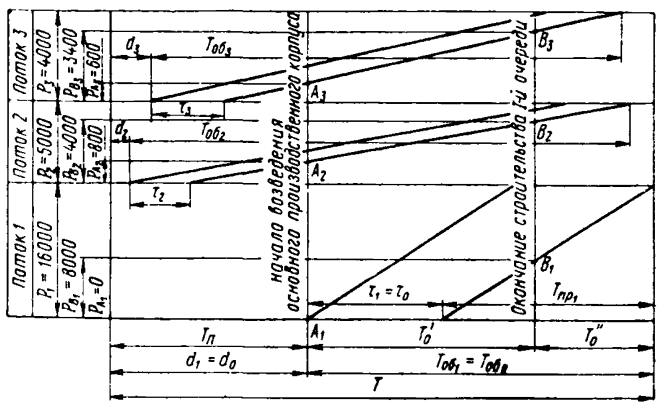


Рис. 2.1. Расчетная схема комплексного потока

коммуникаций, используемых для нужд строительства, определяется схема технологической увязки объектных потоков между собой и последовательность включения в каждый объектный поток того или иного объекта (участка).

На расчетной схеме (рис. 2.1) указываются объемы строительно-монтажных работ по каждому объектному потоку и степень готовности каждого объектного потока в точках их увязки A и B в виде объемов продукции в денежном выражении (выполненный объем строительно-монтажных работ) P_A и P_B.

В качестве точек увязки объектных потоков, как правило, принимаются: начало объектного потока по возведению основных производственных корпусов (точка A) и окончание работ по сооружению первой очереди (пускового комплекса) этих корпусов (точка B).

Например, к началу работ по основному производственному корпусу (поток 1) в потоке 2 должны быть возведены внешние инженерные сети с объемом строительно-монтажных работ $P_{A_2}=800$ тыс. руб., используемые для нужд строительства, а в потоке 3 к началу потока 1 должны быть возведены здания с объемом строительно-монтажных работ $P_{A_3}=600$ тыс. руб.

К моменту окончания работ по первой очереди строительства основных производственных зданий (поток 1), что соответствует $P_{B_1}=8000$ тыс. руб. (объем выполненных строительно-монтажных работ), в потоке 2 должны быть выполнены инженерные сети с объемом строительно-монтажных работ $P_{B_2}=4000$ тыс. руб., а в потоке 3 должны быть закончены здания с объемом строительно-монтажных работ $P_{B_3}=3400$ тыс. руб.;

г) устанавливают продолжительность отдельных объектных потоков, их интенсивность и время включения в комплексный поток.

Продолжительность основного периода строительства промышленного комплекса для 1-й очереди T_0' определяется из уравнения

$$T_0' = \frac{P_{B_0}}{P_0}(T - T_{\text{п}} - \tau_0) + \tau_0, \qquad (2.1)$$

где $P_{B_0} = P_{B_1}$ — объем строительно-монтажных работ в тыс. руб. для первой очереди строительства по ведущему (несовмещенному) объектному потоку (возведение основных производственных корпусов);

$P_0 = P_1$ — общий объем строительно-монтажных работ в тыс. руб. по основному объектному потоку;

T — заданный срок строительства промышленного предприятия в днях;

$T_{\text{п}}$ — продолжительность подготовительного периода строительства, принимаемая по главе СНиП III-А.3-66, а если в ней нет данного объекта или комплекса; определяется по формуле

$$T_{\text{п}} = (0{,}25 - 0{,}30)\,T;$$

$\tau_0 = \tau_1$ — время развертывания (технологический цикл) объектного потока по возведению основного производственного здания в днях.

Зная величину T_0', определяют остальные параметры всех объектных потоков из следующих выражений.

Продолжительность потока по возведению основного производственного здания $T_{об}$ равна:

$$T_{об_0} = T_{об_1} = T - T_п. \tag{2.2}$$

Продолжительность z-го объектного потока $T_{об_z}$ равна:

$$T_{об_z} = T_0' \left(\frac{P}{P_B - P_A} \right)_z + \tau_z, \tag{2.3}$$

где P — объем строительно-монтажных работ в тыс. руб. по рассматриваемому z-му объектному потоку;

P_A и P_B — объемы готовой продукции (строительно-монтажных работ) в тыс. руб., выпущенные рассматриваемым z-м объектным потоком в точках увязки A и B;

τ_z — время развертывания (технологический цикл) рассматриваемого z-го объектного потока; z — индекс объектного потока.

Время включения объектного потока в комплексный равно:

$$d_z = T_п - \left(T_0 \frac{P_A}{P_B - P_A} + \tau \right)_z. \tag{2.4}$$

Для ведущего объектного потока по возведению основных производственных корпусов

$$d_0 = d_1 = T_п.$$

Период выпуска объектным потоком готовой продукции $T_{пр_z}$ определяется из уравнения

$$T_{пр_z} = T_0' \left(\frac{P}{P_B - P_A} \right)_z; \tag{2.5}$$

д) зная продолжительность объектных потоков $T_{об}$ и объем строительных работ по ним P, строят графики интенсивности выполнения работ (рис. 2.2).

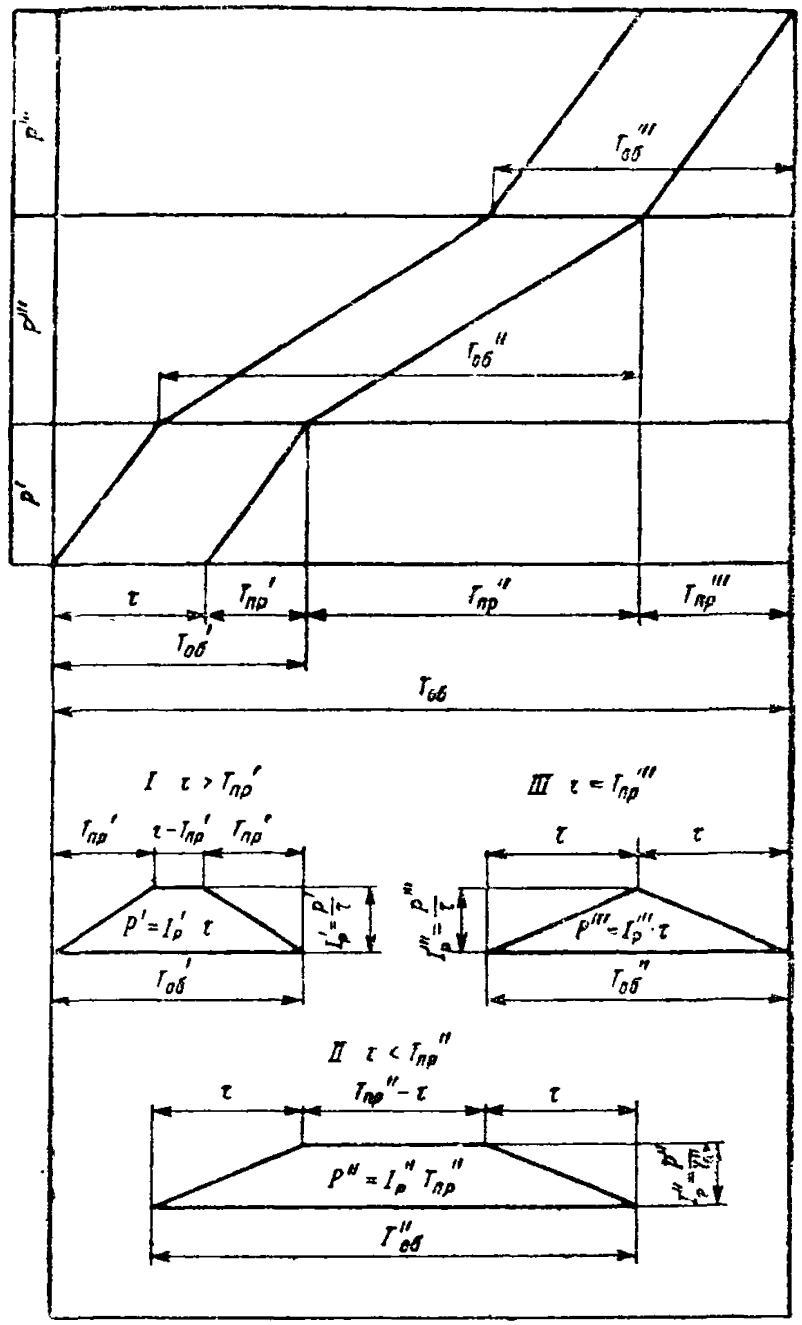


Рис. 2.2. Графики интенсивности выполнения работ

Максимальные значения интенсивности I_p находят из уравнений:

$$\text{при } \tau < T_{\text{пр}} \quad I_p = \frac{P}{T_{\text{пр}}};$$

$$\text{„ } \tau \geqslant T_{\text{пр}} \quad I_p = \frac{P}{\tau};$$

где $I_{\text{р}}$ — максимальное значение интенсивности выполнения строительно-монтажных работ по объектному потоку в тыс. руб. в сутки;

P — объем строительно-монтажных работ по объектному потоку в тыс. руб.;

$T_{\text{пр}}$ — период выпуска объектным потоком готовой продукции в сутках;

τ — период развертывания (технологический цикл) объектного потока в сутках.

На основании графиков интенсивности выполнения строительно-монтажных работ, данных о среднесуточной выработке в денежном выражении на одного рабочего S и норм расхода материальных ресурсов на 100 тыс. руб. $S_{\text{рес}}$ по отдельным объектным потокам разрабатываются графики потребности строительства в рабочих кадрах и материально-технических ресурсах.

Интенсивность отдельных специализированных потоков в составе объектного потока в натуральных показателях ($м^3$ в сутки, $м^2$ в сутки и т. д.) определяется из уравнения

$$I_{\text{сп}} = \frac{P_{\text{сп}}}{T_{\text{пр}}}, \qquad (2.6)$$

где $I_{\text{сп}}$ — интенсивность специализированного потока в натуральных показателях;

$P_{\text{сп}}$ — объем работ по специализированному потоку в натуральных показателях;

$T_{\text{пр}}$ — период выпуска объектным потоком готовой продукции в сутках;

е) строят циклограмму комплексного потока. На систему координат, по оси абсцисс откладывается время в месяцах, а по оси ординат — объекты строительства по полученным значениям $T_{\text{пр}}$, τ, $T_{\text{п}}$ и d, наносятся графики объектных потоков в виде полос, ширина которых равна периодам развертывания соответствующих объектных потоков.

Сроки подготовительных работ показывают на циклограмме линейными графиками.

Пример расчета комплексного потока по заданному сроку строительства приводится в приложении 2.

2.10. Технологические расчеты и построение циклограммы по принятой интенсивности ведущего специализированного потока ведут в такой последовательности:

а) определяют в каждом объектном потоке интенсивность ведущих специализированных потоков. Обычно в качестве ведущих принимаются специализированные потоки по монтажу строительных конструкций и технологического оборудования. Интенсивность этих потоков определяется эксплуатационной производительностью крана или комплекта кранов по формуле

$$I_{сп} = AП_1 + AП_2 + ... + AП_m, \qquad (2.7)$$

где $I_{сп}$ — интенсивность ведущего специализированного потока;

A — количество смен в сутки;

$П_1, П_2, ..., П_m$ — эксплуатационная производительность отдельных кранов в смену.

Эксплуатационная производительность определяется из выражения

$$П = \frac{420}{T_ц} \cdot \frac{P}{n} k_в , \qquad (2.8)$$

где $T_ц$ — средняя продолжительность одного цикла на подаче оборудования или монтажа конструкций в *мин*;

P — общий объем работ на подаче оборудования в *т* или по монтажу конструкций в $м^3$;

n — общее количество подъемов для каждого крана;

$k_в$ — коэффициент использования крана во времени.

Продолжительность циклов рассчитывается в соответствии со справочным пособием «Строительно-монтажные краны» (Госстройиздат, 1960);

б) определяют период выпуска продукции $T_{пр.сп}$ ведущих специализированных потоков из выражения

$$T_{пр.сп} = \frac{P_{сп}}{I_{сп}} , \qquad (2.9)$$

где $P_{сп}$ — объем продукции ведущего специализированного потока;

в) определяют продолжительность ведущего объектного потока $T_{об}$ в составе комплексного

$$T_{об} = \tau_0 + T_{пр}, \qquad (2.10)$$

где τ_0 — период развертывания потока, принимаемый по аналогичным потокам по приложению 8 Указаний (СН 306-65);

$T_{пр}$ — период выпуска продукции объектным потоком, при разработке проектов организации поточного строительства принимается равным периоду выпуска продукции ведущего специализированного потока;

г) определяют общий срок строительства промышленного комплекса T и продолжительность подготовительного периода $T_п$:

$$T = T_п + T_{об} = \frac{T_{об}}{1 - \alpha}; \qquad (2.11)$$

$$T_п = T - T_{об} = \alpha T, \qquad (2.12)$$

где α — коэффициент, учитывающий часть общего срока строительства, приходящуюся на подготовительный период, равный (0,25—0,30) T;

д) строят циклограмму комплексного потока с учетом требований технологической увязки объектных потоков между собой. На систему координат первым наносят график объектного потока на строительство основных производственных сооружений, затем поочередно графики остальных объектных потоков, технологически увязывая их между собой и с ранее нанесенным графиком. При этом сначала определяют продолжительность каждого объектного потока. $T_{пр}$ определяют по расчетной интенсивности ведущего специализированного потока в составе объектного, а значением τ_0 задаются.

Если полученная продолжительность объектного потока не удовлетворяет условиям увязки, сокращают период выпуска продукции объектного потока, для чего в его составе предусматривают несколько параллельных специализированных потоков расчетной интенсивности либо организуют несколько параллельных объектных потоков данного назначения.

2.11. Данные о потребности в материально-технических ресурсах, рабочих кадрах, средствах механизации и

транспорте оформляются и заносятся в соответствующие формы и таблицы.

При разработке строительного генерального плана должны быть учтены особенности поточной организации работ. На стройгенплане показывают схему деления территории промплощадки на зоны или участки и распределение возводимых объектов по объектным потокам.

Проект производства работ

2.12. Разработка проекта производства работ начинается с уточнения состава очереди (пускового комплекса) строительства на основании утвержденного технического (техно-рабочего) проекта.

При наличии дополнительных данных по составу очереди (пускового комплекса) строительства, а также в результате изучения объемно-планировочных и конструктивных решений объектов уточняют структуру комплексного потока, принятую в проекте организации строительства. Одновременно составляют схемы пространственного развития объектных потоков, т. е. намечают участки и последовательность выполнения работ на них.

2.13. В составе каждого объектного потока намечают специализированные потоки, количество которых зависит от объемно-планировочных и конструктивных решений и других особенностей сооружения, с целью определения строительной организации, которая будет выполнять работы в этих потоках, и основных средств механизации.

В специализированные потоки рекомендуется выделять:

в объектных потоках по строительству производственных сооружений основного и подсобного назначения — рытье котлованов и траншей, устройство фундаментов под колонны или рамы каркаса, монтаж основных несущих элементов каркаса, монтаж покрытия здания, устройство стеновых ограждающих конструкций, возведение ограждающих конструкций встроенных помещений, устройство кровли, фундаментов под оборудование, прокладку трубопроводов и кабелей разного назначения, обратную засыпку траншей и котлованов, устройство полов, монтаж технологического и энергетического оборудования, средств автоматики и контрольно-измерительных приборов, огнеупорную кладку, отделочные работы;

в объектных потоках по строительству дорог, инже-

нерных коммуникаций и сетей — потоки по возведению сетей разного назначения, автомобильных дорог, тоннелей, мостов, электросетей высокого и низкого напряжения и т. д.

2.14. Специализированные потоки могут быть несовмещенными и совмещенными. Каждый несовмещенный поток требует для своего выполнения весь фронт работ на участке или захватке и, в свою очередь, создает фронт работ для последующего несовмещенного потока. Таким образом, совокупность несовмещенных специализированных потоков определяет продолжительность технологического цикла соответствующего объектного потока. Совмещенные специализированные потоки выполняются в пределах участка одновременно с несовмещенными и не влияют на продолжительность объектного потока. К таким потокам относятся: устройство кровель, прокладка внутрицеховых кабелей, сантехнические работы и т. п.

Из числа несовмещенных специализированных потоков, составляющих объектный, выделяется ведущий поток, который отличается наибольшей трудоемкостью и по интенсивности которого устанавливают продолжительность всего объектного потока. Так, при возведении промышленного здания со сборным железобетонным каркасом, ведущим специализированным потоком является поток по монтажу каркаса.

В каждом специализированном потоке частные потоки технологически увязываются между собой на одних и тех же захватках. Продукцией частного потока являются элементы конструкций сооружения (подготовка под фундаменты, установленная арматура конструкций и т. д.), виды работ (зачистка дна котлована, рытье траншей, окраска поверхностей и др.), а также вспомогательные приспособления и устройства (опалубка фундаментов, подмости и др.).

Один из частных потоков, составляющих специализированный, является ведущим. Например, в специализированном потоке монтажа сборных железобетонных конструкций ведущим является частный поток установки элементов краном.

2.15. При совмещенном производстве работ на объектах участки и захватки могут быть по своим размерам одинаковыми и неодинаковыми.

Размеры и границы участков устанавливаются из условий объемно-планировочного и конструктивного реше-

ния того или иного объекта с учетом требований обеспечения жесткости и устойчивости возводимых частей сооружений.

Обычно в качестве участков принимаются участки в пределах температурных швов (блоков) многоэтажных зданий или пролеты одноэтажных зданий; один-два этажа в пределах температурных швов (блоков) многоэтажных зданий; ярусы или пространственные блоки специальных сооружений; технологические узлы оборудования и т. п.

В качестве захваток принимаются части сооружений, в пределах которых повторяются одинаковые комплексы строительных работ; продолжительность работ каждого комплекса составляет единицу времени, равную ритму потока (модулю цикличности).

Размеры захваток и участков должны допускать прекращение или возобновление производства работ на их границах без нарушения требований глав СНиП.

2.16. Конструктивные особенности неоднородных промышленных объектов не всегда позволяют установить единую систему захваток для всех процессов. Поэтому с целью взаимоувязки процессов неоднородные промышленные объекты в общем случае следует расчленять на однородные участки, внутри каждого из которых объемы и трудоемкости работ примерно одинаковые, а процессы выполняются ритмично и непрерывно.

Так, по одной и той же технологии при возведении промышленных зданий с монолитными железобетонными бункерами все бункера, расположенные в одном месте, включаются в один участок.

В зданиях со сборными железобетонными колоннами участок не должен быть менее монтажного участка, представляющего собой совокупность захваток, на которых одновременно осуществляется специализированный поток монтажа конструкций здания. В качестве монтажного участка принимается наименьшая часть здания в плане, на которой возможно осуществить раздельным методом непрерывный монтаж сборных конструкций с соблюдением необходимых технологических перерывов.

При разделении корпуса на участки учитывается рациональная последовательность возведения объекта, т. е. намечается схема потока, позволяющая в кратчайший срок открыть фронт работ по монтажу строительных конструкций и оборудования. В тех случаях, когда сов-

падение границ технологических узлов и участков здания невозможно, монтаж оборудования выделяется в отдельный объектный поток.

Пространственное развитие объектных потоков диктуется рядом условий — объемными и конструктивными особенностями возводимых зданий, размещением технологического оборудования, взаимным расположением зданий, входящих в один объектный поток, и др.

В ряде случаев следует исходить из условия первоочередного окончания тех цехов и отделений, ввод в эксплуатацию которых необходимо осуществить до ввода основных цехов.

2.17. При возведении многоэтажных промышленных зданий, насыщенных технологическим оборудованием, очередность возведения объектов и участков в потоке устанавливается, исходя из порядка монтажа технологического оборудования и рациональной последовательности производства работ.

В пределах одного здания потоки могут развиваться по горизонтальной и вертикальной схемам.

Горизонтальная схема монтажа предусматривает производство работ последовательно на участках одного этажа; переход на участки следующего этажа допускается только после окончания работ предыдущего этажа.

Вертикальная схема предусматривает поэтажное развертывание потоков по участкам в пределах каждого цеха или отделения корпуса. Комбинированная схема предусматривает развитие одних специализированных потоков в горизонтальном направлении, других — в вертикальном.

Так, при возведении основного производственного корпуса сахарного завода сооружение подземной части, специализированный поток по подаче технологического оборудования и монтажу строительных конструкций ведутся по горизонтальной схеме, послемонтажные работы — доводка оборудования, устройство перекрытий, полов, специальные строительные работы и др. — развиваются обычно по вертикальной схеме.

2.18. Проектирование объектного потока сводится к установлению его структуры и схемы пространственного развития, определению всех параметров, необходимых для построения циклограммы производства работ, обоснованию интенсивностей специализированных потоков,

состава исполнителей, комплектов машин и определению необходимых ресурсов производства.

При проектировании объектных и специализированных потоков, как правило, исходят из заданного срока строительства. Продолжительность объектного потока, известная из проекта организации строительства, принимается в качестве заданной (при необходимости с соответствующими коррективами), и исходя из этого определяются сроки выполнения каждого специализированного потока.

2.19. Технологические расчеты для каждого объектного потока выполняют в такой последовательности:

а) устанавливают перечень и последовательность выполнения несовмещенных и совмещенных специализированных потоков;

б) определяют объемы работ по специализированным потокам в целом и по участкам. Объемы работ определяют в единицах их основной продукции по рабочим чертежам. В специализированных потоках электромонтажных, сантехнических, изоляционных и других специальных работ объемы работ определяют в денежном выражении;

в) определяют по данным сборников ЕНиР или калькуляциям трудоемкость и механоемкость работ. Трудоемкость по специальным работам, объемы которых выражены их стоимостью, рассчитывают по денежной выработке одного рабочего;

г) определяют интенсивность специализированных потоков путем деления общего объема работ каждого специализированного потока на продолжительность периода выпуска объектным потоком готовой продукции, взятой по данным проекта организации строительства;

д) определяют число рабочих по каждому специализированному потоку путем деления общей трудоемкости работ каждого специализированного потока на общую продолжительность его периода выпуска готовой продукции;

е) устанавливают продолжительность периода выпуска готовой продукции для каждого специализированного потока на каждом участке путем деления соответствующей трудоемкости работ на принятое количество рабочих;

ж) устанавливают продолжительность периода развертывания потоков путем построения их технологичес-

кой структуры или на основании опытных данных (см. приложение 9, СН 306-65);

з) назначают продолжительность организационных перерывов между смежными несовмещенными специализированными потоками. Эти перерывы назначают с таким расчетом, чтобы был накоплен фронт работы для последующего специализированного потока;

и) определяют ведущие машины и количество их по каждому специализированному потоку. Типы ведущих машин выбирают, исходя из объемно-планировочного и конструктивного решения сооружений, объемов работ и принятой интенсивности потоков, условий производства работ, производительности машин и стоимости машиносмены и других факторов. Определение потребного количества и типов ведущих машин производят путем деления интенсивности специализированных потоков на единую эксплуатационную производительность машины с последующим округлением до целых чисел.

2.20. Одновременно с выполнением технологических расчетов разрабатывают циклограмму объектного потока. В систему координат (где по оси абсцисс отложено время в сутках, а по оси ординат — объекты и участки) от начала координат наносят график первого несовмещенного специализированного потока в виде полосы шириной, равной периоду развертывания специализированного потока. От него на границах участков откладывают требуемые организационные перерывы и с соблюдением их приближают к первому график второго несовмещенного специализированного потока. От этого графика откладывают значения организационных перерывов, требуемых между вторым и третьим специализированными потоками, и с максимальным приближением наносят график третьего несовмещенного специализированного потока и т. д. После нанесения всех графиков несовмещенных специализированных потоков приступают к нанесению совмещенных потоков. В результате построения циклограммы уточняется установленная в проекте организации строительства продолжительность объектного потока.

Пример расчета объектного потока по заданному сроку строительства приводится в приложении 3.

2.21. После построения циклограммы объектных потоков уточняют циклограмму комплексного потока, разработанную в проекте организации строительства, при этом

объектные потоки наносят с показом всех составляющих специализированных потоков.

Уточнения циклограммы комплексного потока производят с учетом требований увязки отдельных объектов между собой. К таким требованиям относятся:

окончание работ по объектным потоком в целом или по отдельным объектам к определенным срокам;

окончание работ по одним объектам к моменту определенного состояния работ на других объектах;

согласование сроков выполнения специализированных потоков с тем, чтобы средства производства, освободившиеся после окончания работ в одном из них, могли быть использованы в других;

возможность занятия фронта работ по условиям состояния производства работ на смежных сооружениях.

2.22. В составе проекта производства работ при необходимости могут быть детально разработаны сложные специализированные потоки. Проектирование этих потоков осуществляют в следующем порядке:

а) устанавливают перечень частных потоков в составе каждого специализированного;

б) определяют необходимость технологических и организационных перерывов между смежными частными потоками и их продолжительность в сутках;

в) применительно к схеме деления объектов строительства и их конструктивных частей на системы захваток по каждому специализированному потоку;

г) определяют объемы работ (при необходимости также трудоемкость и механоемкость) в каждом частном потоке по участкам и захваткам;

д) по заданной продолжительности специализированного потока определяют интенсивность составляющих частных потоков и продолжительность их выполнения в целом, а также по участкам и захваткам;

е) выполняют построение циклограммы, осуществляя увязку частных потоков.

2.23. Количество и назначение частных потоков в составе специализированного потока зависят от характера выполняемых работ и степени расчленения технологического процесса, которая должна обеспечивать специализацию и непрерывность работы каждой самостоятельной группы рабочих (бригады, звена).

Взаимное расположение частных потоков зависит от величины допустимого их сближения.

Перерывы между смежными частными потоками на каждом участке могут быть организационными и технологическими.

Продолжительность технологических перерывов между частными потоками назначают в зависимости от свойств применяемых материалов (времени твердения бетона, сушки штукатурки и т. п.). Продолжительность организационных перерывов между частными потоками назначается так, чтобы был образован достаточный фронт работы для последующего частного потока в конкретных условиях, определяемых архитектурно-планировочными и конструктивными особенностями возводимых сооружений.

Объемы работ в частных потоках определяют в единицах измерения их основной продукции ($м^3$ бетона, $т$ арматуры и т. п.) по рабочим чертежам.

Трудоемкость работ рассчитывают по действующим нормам и расценкам, в отдельных случаях в соответствии с главами СНиП. Затраты машинного времени рассчитывают раздельно по элементам конструкций, руководствуясь действующими нормами.

2.24. Интенсивность и продолжительность каждого из частных потоков, относящихся к одному специализированному, рекомендуется определять построением циклограммы.

Вначале исходят из предположения, что общая продолжительность каждого частного потока равна продолжительности выпуска продукции объектного потока. По общей продолжительности и данным по объемам работ (трудоемкости и механоемкости работ) определяют продолжительность каждого частного потока для каждого участка путем деления объема работ на участке на интенсивность потока. Полученные величины округляют до целых смен, после чего на систему координат (где по оси абсцисс отложено время в сутках, а по оси ординат — захватки) наносят график первого частного потока (обычно для неоднородных объектов — в виде ломаной линии). От него на границах участков откладывают требуемые технологические или организационные перерывы и с соблюдением их максимально приближают к первому график второго частного потока. От этого графика откладывают значения технологических или организационных перерывов, требуемых между вторым и третьим частны-

ми потоками, и с максимальным приближением наносят график третьего частного потока и т. д.

Пример расчета специализированного потока приводится в приложении 4.

Данные технологических расчетов, а также данные о потребности в машинах, механизмах, конструкциях, изделиях и оборудовании по каждому специализированному потоку заносятся в соответствующие формы документов.

Особенность проектирования возведения линейных объектов поточными методами

2.25. Магистральные трубопроводы являются одной из характерных групп линейных объектов большой протяженности.

В составе магистральных трубопроводов различают линейные и площадочные сооружения.

К линейным сооружениям относятся: трубопроводы и отводы от них с переходами через естественные и искусственные препятствия, линейные краны или колодцы, линии связи, система электрозащиты.

В состав площадочных объектов входят компрессорные или насосные станции, головные (промысловые) сооружения, ремонтно-эксплуатационные пункты, газораспределительные станции и другие сооружения.

Строительство площадочных сооружений поточными методами производится в соответствии с указаниями главы 2.

Общая продолжительность строительства магистральных трубопроводов со всеми зданиями и сооружениями определяется по наибольшей норме, установленной для линейной части трубопровода или компрессорной станции или другого площадочного объекта.

2.26. Линейные объекты обладают специфическими особенностями, подлежащими учету при проектировании организации их строительства и производства строительно-монтажных работ. Такими особенностями являются:

различная трудоемкость работ по отдельным участкам трассы, как следствие различных условий осуществления строительства (климат, рельеф, растительность, почвенный покров, геология, гидрогеология, разного рода инженерные сооружения и т. д.);

наличие произвольно чередующихся и неравномерно

распределенных по трассе сосредоточенных объемов работ, отличающихся по трудоемкости от остальных ее участков, возникающих в результате пересечения трубопроводом естественных или искусственных препятствий (реки, овраги, болота, железные или автомобильные дороги, каналы и т. д.);

различные конструктивные особенности трубопроводов для различных участков трассы;

возможность организации на трассе любого практически приемлемого количества строительных потоков одного и того же назначения, что при наличии необходимых ресурсов дает возможность обеспечить любой необходимый темп строительства в целом.

2.27. Основной единицей линейного строительного потока магистрального трубопровода является комплексная линейная колонна, состоящая из специализированных по отдельным видам линейных работ колонн; на строительстве переходов и линейных зданий основной единицей является комплексная бригада, состоящая в необходимых случаях из специализированных звеньев.

На стадии ПОС разрабатываются линейные графики работ комплексных колонн, а на стадии ППР — работ специализированных линейных колонн и комплексных бригад.

При расчете продолжительности строительства магистрального трубопровода или отдельных его участков учитывается их приведенная длина. Приведенной длиной[1] трассы называется условное протяжение ее, отнесенное к нормальным условиям производства изоляционно-укладочных работ при благоприятных погодных условиях, равнинном рельефе, отсутствии болот, переходов, скальных грунтов и других осложняющих строительство обстоятельств.

Влияние всех основных осложняющих факторов учитывается введением специальных поправочных коэффициентов, относимых к соответствующим участкам трассы.

Указанные поправочные коэффициенты выражают отношение трудоемкости работ на единицу протяжения трубопровода в данных усложненных условиях к трудоемкости на ту же единицу в нормальных условиях.

2.28. Приведенная длина трассы трубопровода $L_{пр}$ (в *км*) общим протяжением $L_{об}$ равна:

---

[1] Метод ВНИИСТ.

а) при битумно-резиновой изоляции

$$L_{пр} = (\Sigma l_i k_i) k_{пер} k_{кл} + \Sigma l_{из} k_{из} - L; \qquad (2.13)$$

б) при изоляции полимерными лентами

$$L_{пр} = (\Sigma l_i k_i) k_{пер} k_{кл}, \qquad (2.14)$$

где l_i — суммарное протяжение участков трубопровода по видам осложняющих условий строительства (болота I и II типов, продольные уклоны, барханные пески, скальные грунты, разные типы изоляции) в *км*;

$l_{из}$ — суммарное протяжение участков трубопровода для разных типов изоляции в *км*;

L — расчетная длина трассы в *км*;

$k_{пер}$; $k_{из}$; $k_с$; $k_{кл}$; k_i — коэффициенты, учитывающие усложнение производства изоляционно-укладочных работ соответственно в зависимости от числа переходов; разных типов изоляции; скальных грунтов; разных климатических условий; наличия болот, характера рельефа и типа грунтов.

Значения k_i принимаются для:

болот I типа[1]	1,70
» II »	2,50
уклона местности до 7%	1,00
» » от 7 до 20%	1,85
» » » 20 » 40%	2,15
» » более 40%	2,50
сыпучих песков, барханов и дюн	1,25

Значения $k_{пер}$ при количестве переходов на 100 *км* трассы принимаются:

до 20 переходов	1,05
от 21 до 40 »	1,10
» 41 » 50 »	1,15
более 50 »	1,25

[1] Тип болот принят по классификации типового проекта Гипроспецгаза ТП-107.

Значения $k_{из}$ принимаются для изоляции:

битумно-резиновой нормального типа I	1,00
» » » II	1,10
» усиленного » I	1,25
» » » II	1,35
» » » III и IV	3,00
липкой полимерной лентой нормального и усиленного типов	1,00

Коэффициент k_c определяется по формуле

$$k_c = 1 + C_n,$$

где n — суммарное протяжение участков со скальными грунтами, отнесенное к общей длине трассы $L_{об}$;

C_n — коэффициент, зависящий от величины n.

Значения C_n принимаются для:

$n = 0{,}01 \div 0{,}33$	0,80
$n = 0{,}34 \div 0{,}63$	0,66
$n = 0{,}64 \div 0{,}77$	1,34
$n \geqslant 0{,}77$	1,60

Коэффициент $k_{кл}$ определяется для каждого участка трассы со специфическими климатическими условиями по формуле

$$k_{кл} = \frac{N_{нп}}{N_{нп} - N_{пог}}, \qquad (2.15)$$

где $N_{нп}$ — число рабочих смен в установленной нормативной продолжительности строительства трубопровода или его отдельного участка;

$N_{пог}$ — число рабочих дней в составе нормативной продолжительности производства работ, когда по погодным условиям изоляционно-укладочные работы не могут производиться.

2.29. Организация поточного производства работ при прокладке магистральных трубопроводов должна быть основана на осуществлении принципов:

единого производственного целого; производственные подразделения — передвижные механизированные колонны, бригады и звенья должны быть технологически и организационно связаны одной общей задачей — комплексным выполнением всех видов работ по прокладке трубопровода в установленные сроки;

поточности производственных процессов; технологиче-

ская последовательность, непрерывность и максимальная ритмичность выполнения отдельных видов работ;

одновременности; одновременно осуществляется несколько линейных объектных строительных потоков, причем в каждом потоке выполняются все виды работ — от инженерной подготовки трассы до испытания трубопровода;

специализация; наиболее эффективное использование техники и рабочей силы достигается тем, что каждая передвижная механизированная колонна, бригада и звено выполняет строго определенный вид работ;

кратчайшего пути перемещения; выполнение последующей операции начинается после окончания предыдущего вида работ или предыдущей операции;

минимума времени; предельное практически приемлемое сокращение времени от начала до окончания работ на каждом данном участке трассы трубопровода.

2.30. Проектирование организации линейных объектных строительных потоков при прокладке магистрального трубопровода включает:

а) определение числа потоков в зависимости от технологической характеристики трубопровода, плана поставки труб, установленных сроков строительства и естественных условий строительства;

б) определение границ осуществления каждого потока в пределах трассы трубопровода.

Число линейных объектных строительных потоков K во всех случаях равно числу изоляционно-укладочных колонн и определяется по формуле

$$K = \frac{L_{\text{пр}}}{N_{\text{пл}} P_{\text{см}}}, \qquad (2.16)$$

где $P_{\text{см}}$ — нормативная сменная производительность изоляционно-укладочной колонны в нормальных условиях производства работ при выполнении изоляции трубопровода первого нормального типа в *км*/смена.

Значения $P_{\text{см}}$ для различных диаметров трубопроводов приведены в табл. 2.1.

В тех случаях, когда объектные линейные строительные потоки включаются в производство неодновременно, число их определяется простым арифметическим подбо-

Таблица 2.1

Нормативная сменная производительность изоляционно-укладочной колонны при различных диаметрах трубопроводов

Диаметр трубопровода в *мм*	325—426	426—529	630	720	820	1020	1020
$P_{см}$	920	875	310	780	705	350	425

Примечание. Значения $P_{см}$ приведены для семичасовой рабочей смены. При изменении продолжительности рабочей смены должны быть введены поправочные коэффициенты.

ром и должно быть равно числу слагаемых левой части равенства

$$N_{пл_1} + N_{пл_2} + \ldots + N_{пл_n} = \frac{L_{пр}}{P_{см}}. \qquad (2.17)$$

где $N_{пл_1}+N_{пл_2}+\cdots+N_{пл_n}$ — планируемое число рабочих смен в периоде строительства соответственно для 1, 2 и n-го линейного объектного потока.

2.31. Определение границ объектных линейных потоков (или изоляционно-укладочных колонн) в пределах трассы трубопровода может проводиться графо-аналитическим методом в следующем порядке:

а) по нижней шкале (рис. 2.3) откладывается в масштабе $L_{об}$;

б) по средней шкале в том же масштабе откладывается L с исключением $l_{пер}$ в пределах установленной протяженности участков трубопровода, для которых последовательно должна быть определена приведенная протяженность трассы $L_{пр}$.

При составлении проектов производства работ протяженность этих участков должна быть от 1 до 5 *км* (в зависимости от сложности конкретных естественных условий строительства данного трубопровода или его участка);

в) по верхней шкале откладывается $L_{пр}$ также в пределах установленной протяженности участков трубопровода с определением нового положения конечных точек этих участков относительно масштаба нижней шкалы;

г) приведенная протяженность трассы трубопровода разделяется на число K;

д) границы полученных участков переносятся на нижнюю шкалу и становятся искомыми.

Таким образом на рис. 2.3 устанавливается граница между объектными потоками. Из общей протяженности трубопровода 300 *км*, сооружаемого двумя объектными

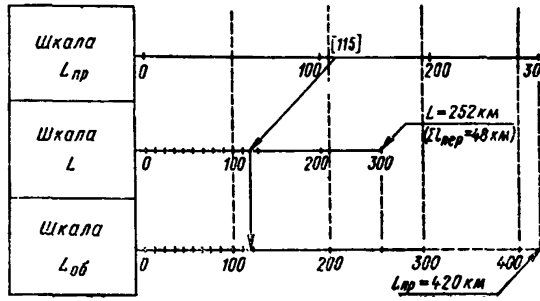


Рис. 2.3. Определение границ потоков в пределах трубопроводов

линейными строительными потоками, первому потоку отводится участок протяженностью 115 *км*, второму — 139 *км* примерно одинаковой трудоемкости работ и сроком строительства. Переходы трубопровода через преграды протяженностью 48 *км* выполняются специализированными бригадами.

2.32. Проектирование организации объектного линейного потока по прокладке магистрального трубопровода имеет целью:

а) осуществить основные принципы поточного производства всех видов строительно-монтажных работ в течение всего периода строительства трубопровода на данном участке трассы;

б) оптимизировать во времени (синхронизировать) выполнение всех видов работ при различном влиянии на их производство постоянно меняющихся условий строительства и при неравномерности рассредоточения по протяженности трассы трубопровода отдельных видов работ (в первую очередь подготовительных, земляных, изоляционно-укладочных).

Синхронизация производства отдельных видов строи-

тельных и монтажных работ должна достигаться за счет обоснованного установления оптимальных зависимостей между производительностью механизированных колонн, бригад и звеньев и предельными технологически допустимыми сближениями между отдельными частными потоками.

В пределах каждого объектного линейного строительного потока в любой точке трассы трубопровода эта зависимость определяется по формуле

$$P_{\text{см}_i} = \frac{P_i K_i P_{\text{см}} Q_i}{P_{\text{из}} L'_{\text{пр}} \pm t_{\Delta} P_{\text{см}}}, \qquad (2.1\text{б})$$

где $P_{\text{см}_i}$ — нормативная сменная производительность любой передвижной механизированной колонны, бригады или звена (кроме изоляционно-укладочной колонны) в нормальных условиях производства работ в *км* в смену;

$P_{\text{из}}$; P_i — плановое (годовое, квартальное, месячное) задание по повышению производительности труда соответственно изоляционно-укладочных и любого другого вида работ (на практике 1,0—1,2);

k_i — нормативный коэффициент, учитывающий снижение производительности труда при выполнении какого-либо вида работ (кроме изоляционно-укладочных) в различных по сложности условиях в сравнении с нормальными (определяется по сборникам ЕНиР или ВНиР);

Q_i — объем какого-либо вида работ (кроме изоляционно-укладочных) на участке трассы $L_{\text{пр}}$ (например, 12 *км* лесного массива по трассе на данном участке);

$L'_{\text{пр}}$ — приведенная протяженность данного участка трассы трубопровода в *км* (где осуществляется синхронизация объектного линейного строительного потока в целом или отдельных видов работ);

t_{Δ} — технологически допустимое сближение двух частных потоков (потока изоляционно-укладочных работ и каких-либо других работ в рабочих сменах);

$P_{\text{см}}$ — значения принимаются по табл. 2.1.

2.33. Каждый переход магистрального трубопровода через преграду, рассматриваемый как площадочный объект, строительство которого поручается специализированной бригаде, должен быть построен в сроки, обеспечивающие непрерывность нитки трубопровода в границах осуществления каждого объектного линейного строительного потока, т. е. до момента подхода к данному переходу частного потока по врезке катушек и заварке захлестов.

Организация специализированных бригад по строительству переходов, установление очередности строительства переходов и порядок перебазировки бригад со строительства предыдущих переходов на строительство последующих должны проводиться следующим образом:

после определения числа объектных линейных строительных потоков и границ их осуществления должен быть окончательно уточнен перечень переходов трубопровода, которые будут сооружаться не по ходу линейных потоков, а специализированными подразделениями;

переходы должны быть разбиты на группы в зависимости от их конструкции, характеристики преграды и связанных с этим различий в методах производства работ и оснащении бригад машинами, механизмами и оборудованием, что определяет специализацию бригад. Например (рис. 2.4), группа *I* — переходы трубопровода через железные и шоссейные дороги, сооружаемые методом бурения; группа *II* — подводные переходы через крупные водные преграды, сооружаемые подразделениями Союзподводгазстроя, и т. д.

Каждой группе переходов присваивается индекс *а, в, с*; переходам — номера 1*а*, 2*а* и т. д.

На строительство каждого перехода, последовательно по их группам, должна быть составлена технологическая карта по типовой схеме, содержащая:

схему организации производства работ;

основные указания по выполнению плана (график выполнения работ);

производственную калькуляцию затрат, содержащую следующие элементы: трудовые затраты, основные материалы, полуфабрикаты, строительные детали и конструкции, машины, механизмы, оборудование, механизированный инструмент, инвентарь и приспособления;

на рабочем графике для каждой группы переходов продолжительность их строительства, определенная по

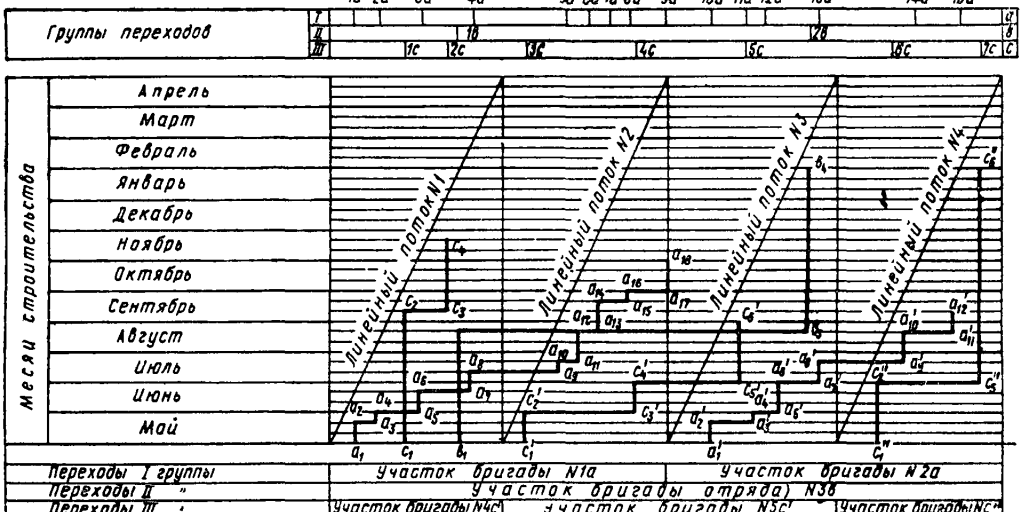


Рис. 2.4. График поточного строительства переходов

технологическим картам, должна быть отложена последовательно с учетом затрат времени на перебазировку каждой специализированной бригады со строительства одного перехода на строительство последующего по ходу головного линейного потока.

2.34. При разработке графика строительства переходов должно быть рассмотрено несколько вариантов с целью максимальной загрузки всех специализированных колонн в течение всего периода строительства трубопровода, а также с целью максимального сокращения числа бригад по строительству переходов каждой группы.

Для сокращения числа машин и механизмов в каждой бригаде, а также общего числа машин и механизмов для сооружения переходов должен быть разработан (службой главного механика совместно с производственно-техническим отделом) единый график движения машин и механизмов на весь период строительства с учетом поточного выполнения одноименных видов работ как в пределах отдельных групп переходов, так и в пределах всего объема работ по строительству переходов.

После установления очередности и сроков строительства переходов в совмещенный график строительства трубопровода должны быть внесены изменения, учитывающие выполнение работ по инженерной подготовке трассы таким образом, чтобы специализированные бригады могли быть перебазированы к местам производства работ в установленные сроки (устройство проездов вдоль трассы, подъездов к местам переходов, временных мостов, лежневых или сланевых дорог и т. п.).

Методика проектирования организации строительства магистральных трубопроводов при составлении ПОС и ППР приведена в «Рекомендациях по методике составления проектов организации строительства и проектов производства работ» ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1968 г.

Методика расчета неритмичных потоков при сетевом планировании и управлении

2.35. При проектировании и организации наиболее распространенных в промышленном строительстве неритмичных потоков целесообразно применять сетевые мо-

дели и ЭЦВМ с целью эффективного решения следующих важнейших задач:

а) определения последовательности возведения объектов комплекса;

б) формирования потоков однородных работ;

в) приведения продолжительности поточного строительства объектов и комплексов к заданному сроку;

г) расчета непрерывных потоков при заданном сроке строительства;

д) расчета непрерывных потоков при неизменных уровнях потребления ресурсов в них.

Методические рекомендации по решению перечисленных задач приведены в приложении 5.

2.36. Сущность методики расчета неритмичных потоков при сетевом планировании и управлении заключается в том, чтобы обеспечить решение указанных задач, вытекающих из основных направлений совершенствования организации строительного производства, рассматривающей вопросы последовательности, направления развития и продолжительности процессов.

Прежде всего решается задача установления рациональной очередности возведения объектов (или их участков, захваток), т. е. определяется с учетом технологических ограничений такая последовательность перехода бригад рабочих с захватки на захватку и с объекта на объект, при которой достигается минимальная продолжительность строительства без увеличения мощности производства. Решается задача (см. приложение 5) на основе анализа параметров сетевого графика возведения комплекса объектов или целой строительной организации (СМУ, ПМК) без рассмотрения всех возможных вариантов, что при большом количестве захваток и объектов становится невозможным не только вручную, но и с помощью ЭЦВМ (например, при 10 захватках или объектах число возможных вариантов $10! \approx 3{,}6$ млн.). Полученное на основе использования эвристического алгоритма и вычислительной техники решение приближается к оптимальному и вполне удовлетворяет требованиям практики.

Задачи последующего формирования и расчета строительных потоков (специализированных, объектных и комплексных) решаются также на основе анализа параметров комплексных сетевых графиков при двух вариан-

тах исходных данных: при заданном сроке строительства; при заданной мощности производства.

2.37. В результате формирования и расчета строительных потоков обеспечиваются их непрерывность, увязка интенсивности использования трудовых ресурсов и других показателей, от которых зависит продолжительность строительства объекта.

Решение этих задач осуществляется с помощью четырех алгоритмов, приведенных в приложении 5. При этом могут иметь место следующие случаи их использования, когда сформированные потоки:

не имеют перерывов между однородными работами, а продолжительность критического пути сетевого графика не превышает заданной (используется 1-й алгоритм «Формирование потоков однородных работ») либо больше заданной (используются алгоритмы 1-й и 2-й «Приведение продолжительности поточного строительства объектов и комплексов к заданному сроку»);

имеют перерывы между однородными работами, а продолжительность критического пути сетевого графика не превышает заданной (используются алгоритмы 1-й и 3-й «Расчет непрерывных потоков при заданном сроке строительства») либо больше заданной (используются 1, 2 и 3-й алгоритмы).

Расчет строительных потоков при заданной мощности производства выполняется с использованием 1-го и 4-го алгоритма «Расчет непрерывных потоков при неизменных уровнях потребления ресурсов» (см. приложение 5).

2.38. Расчет неритмичных потоков на основе анализа параметров сетевых графиков производится с помощью ЭЦВМ. ЦНИЛОЭС в МИСИ им. В. В. Куйбышева разработаны программы для ЭЦВМ «Минск-22», позволяющие обрабатывать сетевые графики поточного строительства с числом работ до 2000 и событий до 1999.

Исходной информацией для программ служат:

коды работ и их первоначальные продолжительности;

заданный срок строительства комплекса объектов;

единица изменения интенсивности использования трудовых ресурсов в каждом потоке, а также нижняя и верхняя границы этой интенсивности;

нормы расхода материально-технических и денежных ресурсов по каждому виду работ.

В результате расчета по данным программам ЭЦВМ может выдавать на алфавитно-цифровое печатающее

устройство (АЦПУ) в готовых таблицах следующие параметры: наименование (код) потока; продолжительность потока; коды работ и их продолжительности; календарные и относительные сроки выполнения работ, при которых в потоках достигается непрерывность; резервы времени работ; количество рабочих, занятых в каждом потоке; потребность в основных материалах, изделиях, конструкциях, а также машинах и финансовых средствах.

Использование системы СПУ для контроля и регулирования поточного строительства промышленных объектов и комплексов позволяет на основе применения данной методики и средств вычислительной техники оптимально корректировать принятые ранее решения. При этом учитывается фактический ход выполнения строительно-монтажных работ, что дает возможность оперативно восстанавливать расчетные параметры потоков и сохранять в то же время установленную продолжительность строительства.

Отпадает необходимость в трудоемком расчете и построении, а также последующих пересчетах и перечерчивании циклограмм на стадиях проектирования и оперативного управления. Повышается эффективность использования сетевых моделей строительного производства в отличие от применения их только для графического изображения результатов расчета циклограмм поточного выполнения строительно-монтажных работ.

Б. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ, СОВМЕЩЕНИЕ И УВЯЗКА РАБОТ

Последовательность возведения зданий

2.39. Последовательность возведения промышленных зданий при проектировании устанавливается на основе объемно-планировочных и конструктивных решений и требований к очередности ввода в эксплуатацию размещаемых в них цехов (производств) для обеспечения начала монтажа технологического оборудования в наиболее ранние сроки.

Для одноэтажных промышленных зданий, имеющих массовое распространение, проектируемых с использованием унифицированных габаритных схем, типовых секций и пролетов, выбор рациональной последовательности

возведения зданий требует разработки ряда вариантов с различной очередностью ввода в эксплуатацию размещенных в них цехов и производственных помещений.

2.40. Общие принципы формирования вариантов показаны на примере одноэтажных зданий, составленных из разного количества унифицированных типовых секций размером 72×72 *м* с разнообразным взаимным расположением этих секций в плане здания (рис. 2.5).

Из примера видно, что такие здания можно возводить отдельными пролетами, секциями, ограниченными температурными швами и в различной последовательности с комбинированием схем попролетного и посекционного возведения. Количество вариантов очень велико.

Так, для трех характерных случаев (рис. 2.6) расположения секций в здании, а именно: горизонтального (*I*), попарного горизонтального (*II*) и вертикального (*III*) — степень увеличения количества вариантов для первого случая может быть исчислена по формулам:

$$n = 2^{c+1}\ (I);\quad n = 2^{c+2}\ (II);\quad n = 4c\ (III),$$

где n — количество вариантов;

c — число секций.

Однако практически для рассмотрения отбирается сравнительно небольшое количество вариантов, так как анализ и обобщение организационно-технологических условий строительства позволили установить факторы, которые необходимо учитывать при отборе практически целесообразных вариантов из теоретически возможного их множества.

Эти факторы сводятся в следующие основные группы:

объемно-планировочные и конструктивные решения зданий, членение их на пролеты, температурные секции и ячейки;

организационно-технологические особенности смежных с монтажом строительных конструкций общестроительных работ (устройство фундаментов под колонны, бетонной подготовки под полы, теплоизоляционные и гидроизоляционные работы на кровле, прокладка подземных коммуникаций), требующих для своего выполнения (с учетом поточно-организованного строительства), линейные, погонажные участки и пространства;

недопущение технологически неоправданных маневров, холостых пробегов и поворотов монтажных кранов

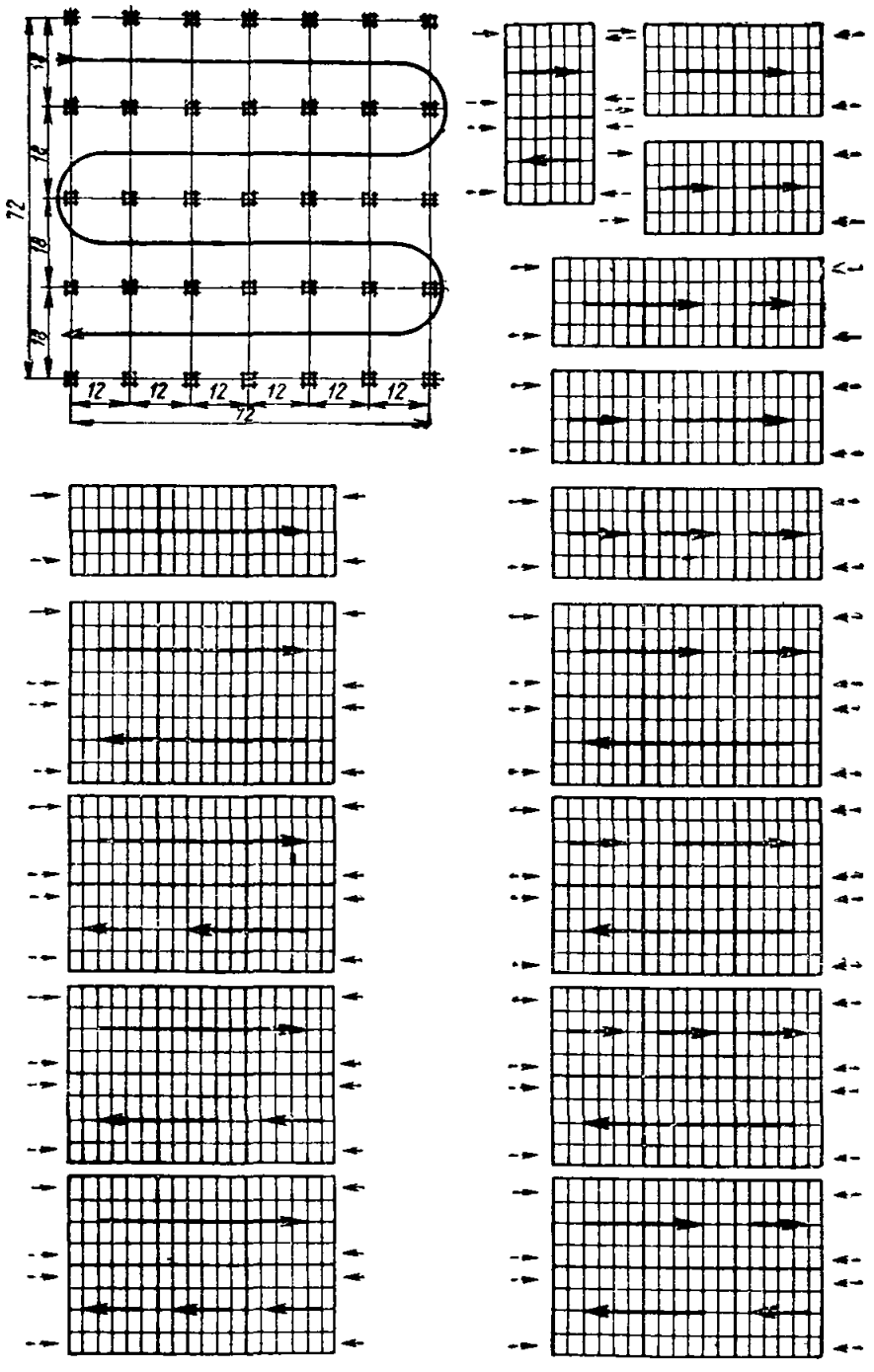
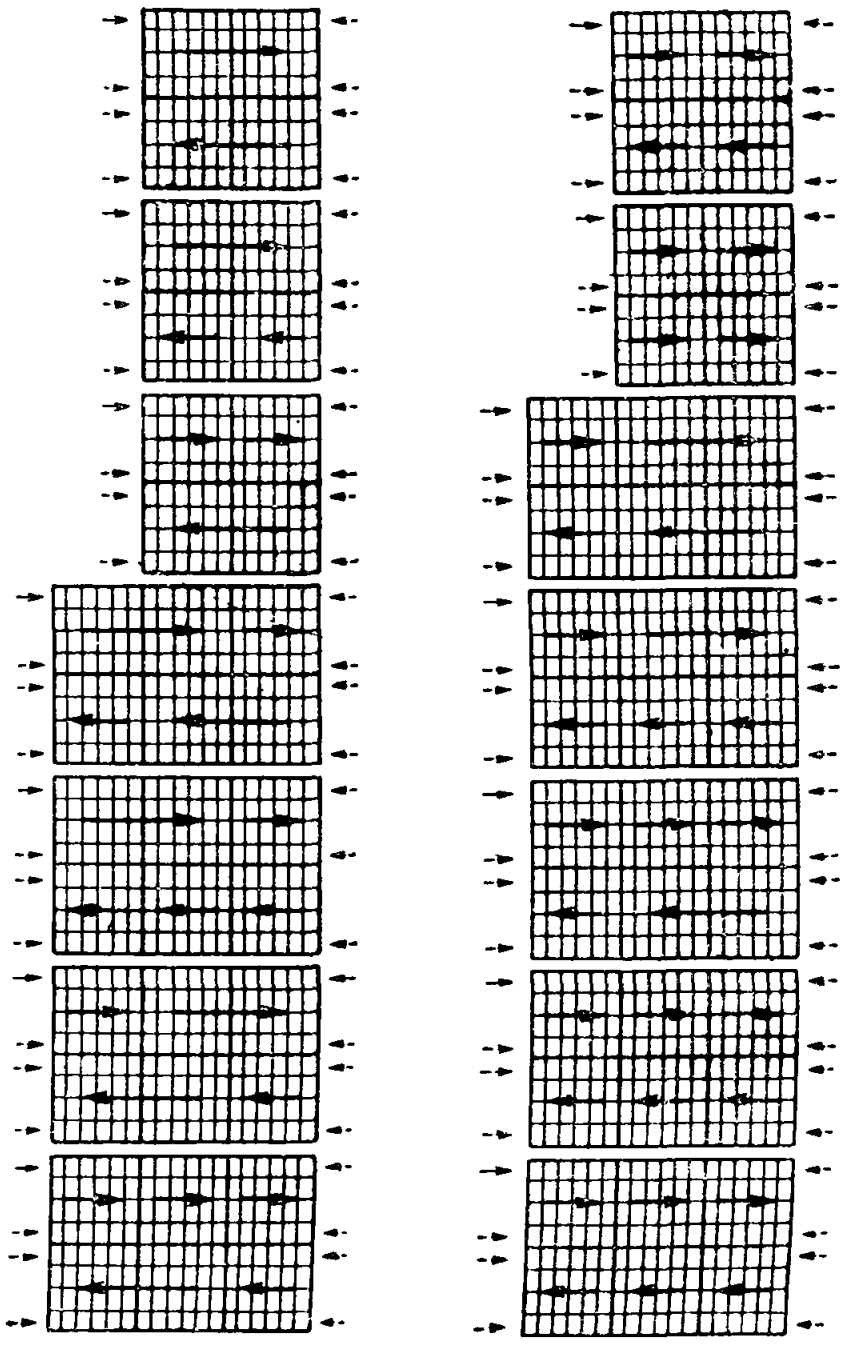


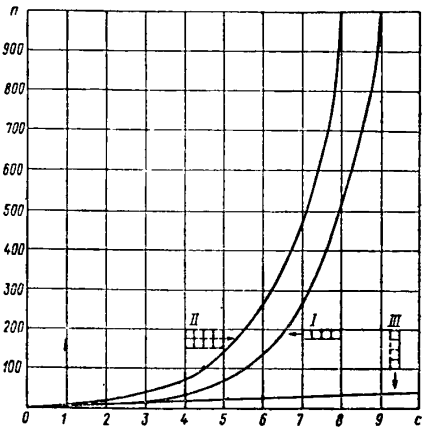
Рис. 2.5. Принципы формирования



варнантов

или создания тупиков, препятствующих нормальному развитию строительного процесса;

наличие участков с предварительно устроенными колодцами, фундаментами под тяжелое технологическое



I

c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048

II

c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	—	16	—	64	—	256	—	1024	—	4096

III

c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40

Рис. 2.6. Количество вариантных решений в зависимости от компоновки зданий

оборудование и другими сооружениями, препятствующими проходу через них монтажных кранов.

2.42. Выбор вариантов последовательности возведения зданий производится в следующем порядке:

устанавливаются для сравнения практически целесообразные варианты последовательности возведения здания;

производится членение здания на цехи, производственные помещения или пространственные участки с учетом технологической схемы предприятия, функциональ-

ных особенностей его цехов, трудоемкости монтажа технологического оборудования;

рассчитываются сроки монтажа строительных конструкций цехов и производственных помещений. Расчет осуществляется по каждому из намеченных к сравнению вариантов технологических маршрутов монтажных кранов, которыми определяется последовательность возведения здания. Методика расчета сроков монтажа строительных конструкций цехов зданий, состоящих из унифицированных типовых секций, изложена в «Рекомендациях по методике составления проектов организации строительства и проектов производства работ».

производится оценка расчетных данных по срокам монтажа строительных конструкций цехов и производственных помещений с целью установления очередности возведения цехов и помещений, при которой будет достигнута возможность начала монтажа технологического оборудования в наиболее ранние сроки.

Для удобства оценки расчетные данные, характеризующие сроки монтажа строительных конструкций по каждому из рассматриваемых вариантов, заносятся в табл. 2.2;

определяется длительность монтажа технологического оборудования в производственных помещениях на основе соответствующих нормативов или аналогов, $t_{мо}$;

определяется для каждого из вариантов продолжительность возведения производственных помещений по срокам выполнения монтажа строительных конструкций и технологического оборудования. Расчетные данные заносятся в табл. 2.3;

производится оценка расчетных данных по срокам окончания монтажа технологического оборудования в производственных помещениях. В каждом из вариантов среди неповторяющихся значений, характеризующих продолжительность возведения производственных помещений, выявляется наибольшее значение, соответствующее одному из помещений; определяющее продолжительность строительства объекта;

определяется наименьшая продолжительность строительства объекта путем выявления наименьших значений продолжительности возведения объекта, установленной на предыдущем этапе.

Пример проектирования последовательности возведения здания приведен в приложении 6.

Таблица 2.2

Сроки монтажа строительных конструкций по различным вариантам

Производственные помещения здания	Варианты последовательности возведения здания											
	IA		IБ		IIA		IIБ		*m*A		*m*Б	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
1	a_{IA_1}	b_{IA_1}	$a_{IБ_1}$	$b_{IБ_1}$	a_{IIA_1}	b_{IIA_1}	$a_{IIБ_1}$	$b_{IIБ_1}$	a_{mA_1}	b_{mA_1}	$a_{mБ_1}$	$b_{mБ_1}$
2	a_{IA_2}	b_{IA_2}	$a_{IБ_2}$	$b_{IБ_2}$	a_{IIA_2}	b_{IIA_2}	$a_{IIБ_2}$	$b_{IIБ_2}$	a_{mA_2}	b_{mA_2}	$a_{mБ_2}$	$b_{mБ_2}$
3	a_{IA_3}	b_{IA_3}	$a_{IБ_3}$	$b_{IБ_3}$	a_{IIA_3}	b_{IIA_3}	$a_{IIБ_3}$	$b_{IIБ_3}$	a_{mA_3}	b_{mA_3}	$a_{mБ_3}$	$b_{mБ_3}$
n	a_{IA_n}	b_{IA_n}	$a_{IБ_n}$	$b_{IБ_n}$	a_{IIA_n}	b_{IIA_n}	$a_{IIБ_n}$	$b_{IIБ_n}$	a_{mA_n}	b_{mA_n}	$a_{mБ_n}$	$b_{mБ_n}$

Примечание. IA, IIБ — I и II варианты последовательности возведения здания при технологических маршрутах монтажных кранов соответственно по схемам А и Б; $t_{нк}$, $t_{ок}$ — сроки начала и окончания монтажа строительных конструкций производственных помещений; a_{IA}, b_{IA} — расчетные данные сроков начала и окончания монтажа строительных конструкций в первом помещении при I варианте последовательности возведения здания с технологическим маршрутом монтажных кранов по схеме А.

Таблица 2.3

Сроки выполнения монтажа строительных конструкций и технологического оборудования

Производственные помещения здания	Варианты последовательности возведения здания														
	IA			IБ			IIA			IIБ			*m*A		
	$t_{ок}$	$t_{мо}$	Σt	$t_{ок}$	$t_{мо}$	Σt	$t_{ок}$	$t_{мо}$	Σt	$t_{ок}$	$t_{мо}$	Σt	$t_{ок}$	$t_{мо}$	Σt
1	a_{IA_1}	b_{IA_1}	c_{IA_1}	$a_{IБ_1}$	$b_{IБ_1}$	$c_{IБ_1}$	a_{IIA_1}	b_{IIA_1}	c_{IIA_1}	$a_{IIБ_1}$	$b_{IIБ_1}$	$c_{IIБ_1}$	a_{mA_1}	b_{mA_1}	c_{mA_1}
2	a_{IA_2}	b_{IA_2}	c_{IA_2}	$a_{IБ_2}$	$b_{IБ_2}$	$c_{IБ_2}$	a_{IIA_2}	b_{IIA_2}	c_{IIA_2}	$a_{IIБ_2}$	$b_{IIБ_2}$	$c_{IIБ_2}$	a_{mA_2}	b_{mA_2}	c_{mA_2}
n	a_{IA_n}	b_{IA_n}	c_{IA_n}	$a_{IБ_n}$	$b_{IБ_n}$	$c_{IБ_n}$	a_{IIA_n}	b_{IIA_n}	c_{IIA_n}	$a_{IIБ_n}$	$b_{IIБ_n}$	$c_{IIБ_n}$	a_{mA_n}	b_{mA_n}	c_{mA_n}

2.43. После выбора рациональной последовательности возведения здания производится проектирование строительного потока в соответствии с рекомендациями подраздела А. Объемно-планировочные и конструктивные решения одноэтажных зданий допускают для каждого из намеченных вариантов применение типовой технологии, основанной на эффективных средствах механизации и внедрении комплексномеханизированных процессов.

Теоретические положения по созданию такой технологии изложены в монографии ЦНИИОМТП «Технология и комплексная механизация возведения жилых и промышленных зданий», а практические вопросы проектирования этой технологии содержатся в пособии «Возведение одноэтажных промышленных зданий унифицированных габаритных схем» ЦНИИОМТП Госстроя СССР и Госстроя УССР. Основные схемы и методы организации и выполнения основных строительно-монтажных работ излагаются в главе 5 настоящего Пособия.

Совмещение во времени работ по монтажу строительных конструкций и оборудования

2.44. На строительстве одноэтажных промышленных зданий, в которых размещено несколько цехов или производств, возможны три различных сочетания монтажа строительных конструкций и технологического оборудования (рис. 2.7).

Сочетание А соответствует условию, когда продолжительность монтажа всех строительных конструкций в цехах здания меньше продолжительности монтажа технологического оборудования; *сочетание Б*, когда продолжительность монтажа всех строительных конструкций больше продолжительности монтажа оборудования, и *сочетание В*, когда продолжительность монтажа в одной группе цехов меньше, а в другой больше продолжительности оборудования.

Возможные сочетания монтажных работ в цехах здания могут изменяться в зависимости от принятого варианта последовательности строительства.

Увязка во времени поточного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования может быть произведена графическим способом или с помощью алгоритма (эти способы применимы не только для одноэтажных, но и для другого вида промышлен-

ных зданий, а также гражданских объектов и используются при составлении календарных планов строительства).

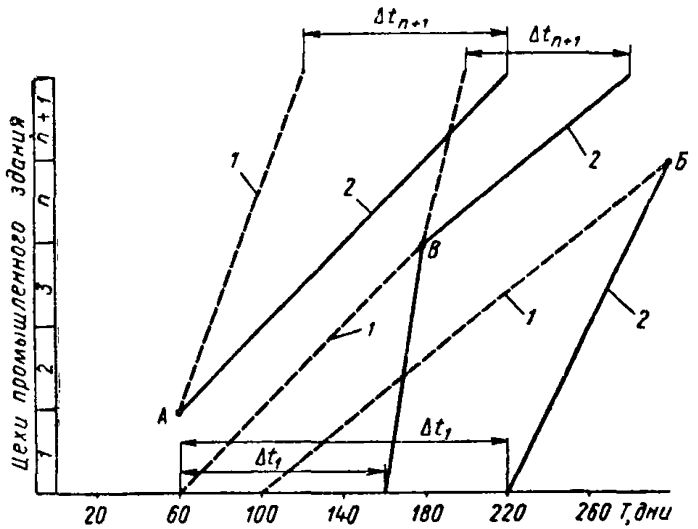


Рис. 2.7. Характерные сочетания работ по монтажу строительных конструкций и технологического оборудования

1 — монтаж строительных конструкций; *2* — монтаж технологического оборудования; *А* — первое сочетание; *Б* — второе сочетание; *В* — третье сочетание; Δt_1, Δt_{n+1} — интервалы времени между окончанием монтажа строительных конструкций и началом монтажа оборудования соответственно в 1, 2, . . . , $(n+1)$-м цехах

2.45. Графический способ сводится к последовательному построению исходных и искомых циклограмм на основе данных о продолжительности монтажа строительных конструкций и оборудования каждого цеха.

Приемы построения таких циклограмм разъясняются на примере производственного корпуса машиностроительного завода. Сначала составляется исходная циклограмма в целом по зданию, показывающая для каждого цеха начало монтажа технологического оборудования сразу же после окончания монтажа строительных конструкций. Затем составляется искомая циклограмма, исходя из принципа непрерывного потока монтажа технологического оборудования в увязке с монтажом строительных конструкций.

При сочетании А конкретных работ наибольшее сближение сроков окончания монтажа строительных конструкций и начала установки технологического оборудования будет в первом цехе (рис. 2.8).

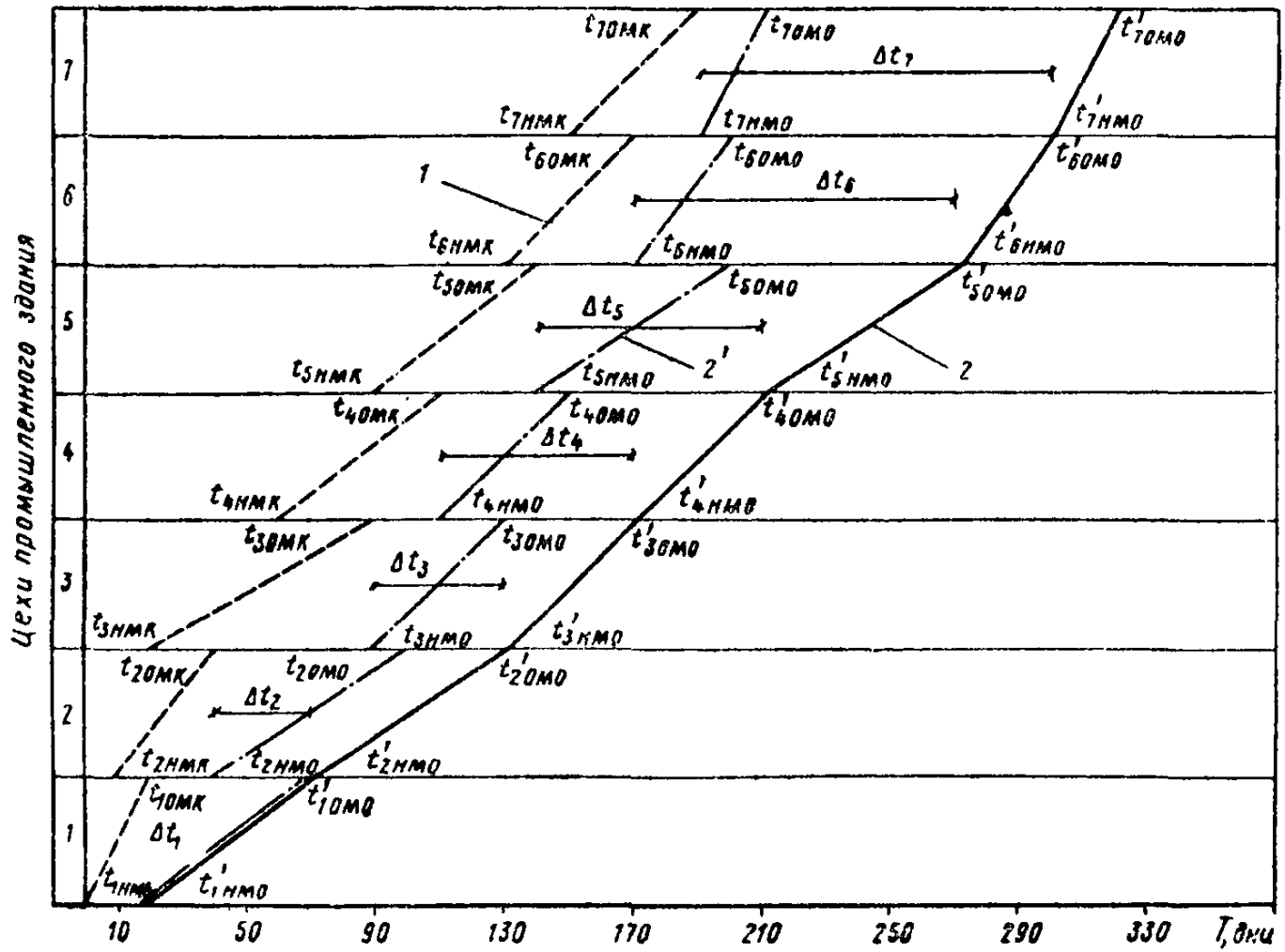


Рис. 2.8. Сочетание работ по монтажу строительных конструкций и технологического оборудования

1 — монтаж строительных конструкций; *2* — монтаж технологического оборудования; *2'* — монтаж технологического оборудования (промежуточный вариант); $t_{нмк}$, $t_{омк}$ — соответственно время начала и окончания монтажа строительных конструкций; $t'_{нмо}$, $t'_{омо}$ — время начала и окончания монтажа технологического оборудования в промежуточном варианте; $t_{нмо}$, $t_{омо}$ — время начала и окончания монтажа технологического оборудования

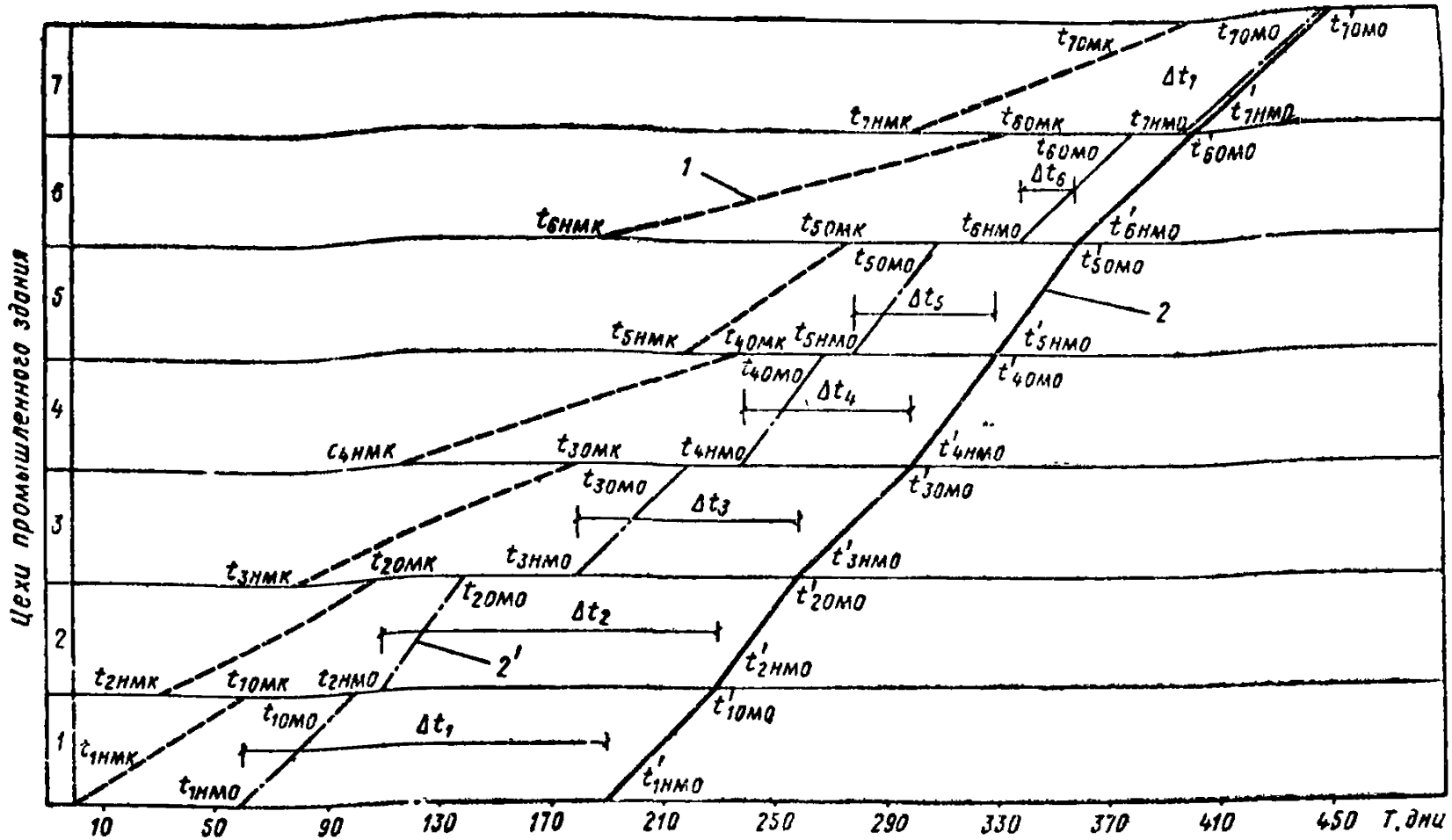


Рис. 2.9. Сочетание *Б* работ по монтажу строительных конструкций и технологического оборудования

1 — монтаж строительных конструкций; *2* — монтаж технологического оборудования; *2'* — монтаж технологического оборудования (промежуточный вариант); $t_{нмк}$, $t_{омк}$ — соответственно время начала и окончания монтажа строительных конструкций; $t'_{нмо}$, $t'_{омо}$ — время начала и окончания монтажа технологического оборудования в промежуточном варианте; $t_{нмо}$, $t_{омо}$ — время начала и окончания монтажа технологического оборудования

Составление искомой циклограммы производится путем последовательного смещения сроков монтажа оборудования в цехах (от второго до последнего) так, чтобы начало монтажа оборудования в данном цехе совпадало с моментом его окончания в предыдущем цехе.

При сочетании Б искомая циклограмма составляется аналогично, но в обратной последовательности: от последнего к первому цеху (рис. 2.9).

При сочетании В искомая циклограмма строится в два приема (рис. 2.10). Вначале разрабатывается про-

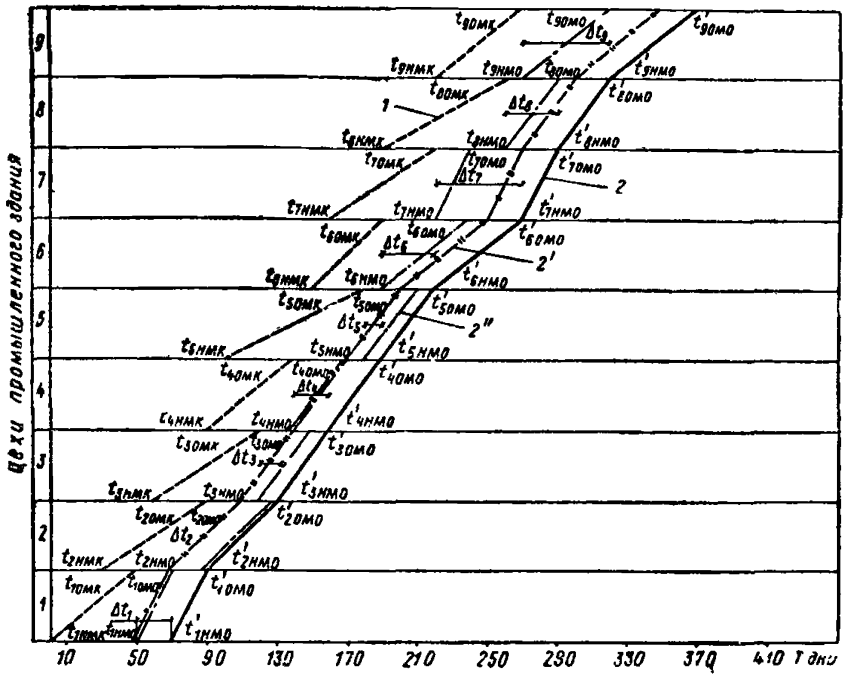


Рис. 2.10. Сочетание *В* работ по монтажу строительных конструкций и технологического оборудования

1 — монтаж строительных конструкций; *2* — монтаж технологического оборудования; *2'* и *2''* — монтаж технологического оборудования (промежуточные варианты); $t_{нмк}$, $t_{омк}$ — соответственно время начала и окончания монтажа строительных конструкций; $t'_{нмо}$, $t'_{омо}$ — время начала и окончания монтажа технологического оборудования в промежуточном варианте; $t_{нмо}$, $t_{омо}$ — время начала и окончания монтажа технологического оборудования

межуточный вариант потока монтажа технологического оборудования, исходя из предположения, что наибольшее сближение сроков рассматриваемых работ будет в первом или последнем цехе. На построенной таким об-

разом циклограмме в ряде промежуточных цехов будет сдвиг начала монтажа технологического оборудования влево от исходной циклограммы. После этого определяется место наибольшего сдвига (на рис. 2.10— второй цех).

Приведение промежуточного варианта циклограммы к искомой циклограмме заключается в смещении сроков монтажа технологического оборудования вправо на величину этого сдвига.

2.46. Увязку монтажа строительных конструкций и технологического оборудования можно осуществлять расчетным путем.

Вначале производится систематизация расчетных данных по мере строительной готовности производственных помещений к монтажу технологического оборудования:

$$\alpha = (a_1, a_2, a_3, ..., a_n);$$

$$\beta = (b_1, b_2, b_3, ..., b_n),$$

где α — вектор окончания монтажа строительных конструкций в 1, 2, 3-м и т. д. производственных помещениях;

β — вектор начала монтажа технологического оборудования в 1, 2, 3-м и т. д. производственных помещениях;

$a_1, a_2, a_3, ..., a_n$ — компоненты вектора α.

$b_1, b_2, b_3, ..., b_n$ — компоненты вектора β.

Указанные компоненты могут быть выражены:

$$a_1 = t_{1\,\text{омк}};\ a_2 = t_{2\,\text{омк}};\ a_3 = t_{3\,\text{омк}};\ ...;\ a_n = t_{n\,\text{омк}};$$

$$b_1 = t_{1\,\text{нмо}};\ b_2 = t_{2\,\text{нмо}};\ b_3 = t_{3\,\text{нмо}};\ ...;\ b_n = t_{n\,\text{нмо}}.$$

При систематизации исходных данных следует соблюдать условие:

$$t_{1\,\text{нмо}} = 0;\ t_{2\,\text{нмо}} = t_{1\,\text{нмо}} + t_{1\,\text{мо}};\ t_{3\,\text{нмо}} = t_{2\,\text{нмо}} + t_{2\,\text{мо}};$$

$$...;\ t_{n\,\text{нмо}} = t_{n-1\,\text{нмо}} + t_{n-1\,\text{мо}},$$

где $t_{1\text{мо}}, t_{2\text{мо}}, ..., t_{n\text{мо}}$ — продолжительность монтажа технологического оборудования в 1, 2, 3-м и т. д. производственных помещениях.

Определяются интервалы времени между строительной готовностью производственных помещений и нача-

лом монтажа технологического оборудования при исходном условии:

$$\beta - \alpha = b_1 - a_1;\ b_2 - a_2;\ b_3 - a_3;\ \ldots;\ b_n - a_n$$

или

$$t_{1\,\text{нмо}} - t_{1\,\text{омк}};\ t_{2\,\text{нмо}} - t_{2\,\text{омк}};\ t_{3\,\text{нмо}} - t_{3\,\text{омк}};$$

$$\ldots;\ t_{n\,\text{нмо}} - t_{n\,\text{омк}}.$$

Выбирается из полученных интервалов времени наименьший при исходном условии

$$\gamma = \min\,(b_i - a_i),\ \text{где}\ i = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots,\ n,$$

$$\text{или}\ \gamma = \min\,(t_{i\,\text{нмо}} - t_{i\,\text{омк}}).$$

Определяется время начала монтажа оборудования в производственных помещениях при искомом условии (условие увязки монтажа строительных конструкций и технологического оборудования):

$$\beta' = b_1 - \gamma;\ b_2 - \gamma;\ b_3 - \gamma;\ \ldots;\ b_n - \gamma$$

или

$$\beta' = t_{1\,\text{нмо}} - \gamma;\ t_{2\,\text{нмо}} - \gamma;$$

$$t_{3\,\text{нмо}} - \gamma;\ \ldots,\ t_{n\,\text{нмо}} - \gamma,$$

где $t_{1\text{нмо}} - \gamma = t'_{1\text{нмо}}$; $t_{2\text{нмо}} - \gamma = t'_{2\text{нмо}}$;

$t_{3\,\text{нмо}} - \gamma = t'_{3\text{нмо}}$; $t_{n\text{нмо}} - \gamma = t'_{n\text{нмо}}$.

Определяются интервалы времени между строительной готовностью производственных помещений и

Таблица 2.4

Данные о сроках окончания монтажа строительных конструкций и продолжительности монтажа оборудования (в днях)

Наименование работ	Номера производственных помещений								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Монтаж строительных конструкций	50	90	120	140	180	190	220	260	270
Монтаж оборудования	20	40	30	30	30	50	20	30	50

началом в них монтажа технологического оборудования при искомом условии:

$$\Delta t_1 = t'_{1\text{нмо}} - a_1; \quad \Delta t_2 = t'_{2\text{нмо}} - a_2; \quad \Delta t_3 = t'_{3\text{нмо}} - a_3;$$
$$\ldots; \Delta t_n = t'_{n\text{нмо}} - a_n \text{ или } \Delta t_1 = t'_{1\text{нмо}} - t_{1\text{омк}}; \Delta t_2 = t'_{2\text{нмо}} - t_{2\text{омк}};$$
$$\Delta t_3 = t'_{3\text{нмо}} - t_{3\text{омк}}; \ldots; \Delta t_n = t'_{n\text{нмо}} - t_{n\text{омк}}.$$

Определяется время окончания монтажа технологического оборудования в производственных помещениях при искомом условии:

$$t'_{1\text{омо}} = t'_{1\text{нмо}} + t_{1\text{мо}}; \quad t'_{2\text{омо}} = t'_{2\text{нмо}} + t_{2\text{мо}};$$
$$t'_{3\text{омо}} = t'_{3\text{нмо}} + t_{3\text{мо}}; \ldots; t'_{n\text{омо}} = t'_{n\text{нмк}} + t_{n\text{мо}}.$$

Для примера увязки монтажа строительных конструкций и технологического оборудования расчетным путем приводится наиболее распространенное сочетание *В*. Необходимые для этого исходные данные приведены в табл. 2.4.

Решение

α(50, 90, 120, 140, 180, 190, 220, 260, 270);
β(0, 20, 60, 90, 120, 150, 200, 220, 250);
$\beta - \alpha$; 0—50 = —50; 20—90 = —70; 60—120 = —60;
90 — 140 = —50, 120 — 180 = —60, 150 — 190 = —40;
200—220 = —20, 220—260 = —40, 250—270 = —20;
$\gamma = \min(b_i - a_i) = -70$ (где $i = 1, 2, 3, \ldots, 9$).
$\beta' = b_1 - \gamma$, $b_2 - \gamma$ и т. д. или $\beta' = t_{1\text{ нмо}} - \gamma$,
$t_{2\text{ нмо}} - \gamma$ и т. д.

1) 0 — (—70) = —70;
2) 20 — (—70) = 90;
3) 60 — (—70) = 130;
4) 90 — (—70) = 160;
5) 120 — (—70) = 190;
6) 150 — (—70) = 220;
7) 200 (—70) = 270;
8) 220 — (—70) = 290;
9) 250 — (—70) = 320.

$$\Delta t_i = t'_{i\text{нмо}} - a_i \quad (\text{где } i = 1, 2, 3, \ldots, 9).$$

1) 70 — 50 = 20;
2) 90 — 90 = 0;
3) 130 — 120 = 10;
4) 160 — 140 = 20;
5) 190 — 180 = 10;
6) 220 — 190 = 30;
7) 270 — 220 = 50;
8) 290 — 260 = 30;
9) 320 — 270 = 50;

$$t'_{i\text{омо}} = t_{i\text{нмо}} + t_{i\text{мо}} \quad (\text{где } i = 1, 2, 3, \ldots, 9).$$

1) 70 + 20 = 90;
2) 90 + 40 = 130;
3) 130 + 30 = 160;
4) 160 + 30 = 190;
5) 190 + 30 = 220;
6) 220 + 50 = 270;
7) 270 + 20 = 290;
8) 290 + 30 = 320;
9) 320 + 50 = 370.

2.47. При значительных площадях промышленных зданий и большом количестве сосредоточенных в них цехов и производственных помещений осуществлять увязку сроков монтажа строительных конструкций и технологического оборудования, используя методы ручного счета, затруднительно. Для этой цели может быть использована программа для ЭЦВМ «Минск-22»[1].

В результате работы по данной программе ЭЦВМ «Минск-22» выдает на алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ) в готовых таблицах следующие расчетные данные:

продолжительность монтажа строительных конструкций цехов по каждому из рассматриваемых вариантов;

сроки начала и окончания монтажа технологического оборудования в цехах с увязкой их с разными сроками готовности цехов к выполнению этих работ.

Характеристика программы приводится в приложении 7.

2.48. При проектировании производства работ оценку степени совмещения работ по монтажу строительных конструкций и технологического оборудования можно производить с помощью коэффициента совмещения[2]. Этот коэффициент определяется по формуле

$$K_{\text{св.м}} = \frac{T^{\text{м}}_{\text{св.м}}}{T^{\text{м}}_{\text{стр.к}}} \leqslant 1, \qquad (2.19)$$

где $T^{\text{м}}_{\text{св.м}}$ — продолжительность совмещенного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования в днях;

$T^{\text{м}}_{\text{стр.к}}$ — продолжительность монтажа строительных конструкций в днях.

---

[1] Программа для ЭЦВМ «Минск-22» составлена в ЦНИИОМТП.

[2] Предложение д-ра техн. наук проф. Е. И. Вареника и канд. техн. наук В. П. Хрякова.

Увязка заводского изготовления, транспорта и монтажа строительных конструкций

2.49. При строительстве полносборных производственных зданий из элементов заводского изготовления в составе ППР дополнительно к материалам, указанным в п. 2.7 инструкции СН 47-67, должны быть разработаны графики изготовления, транспортирования, разгрузки (или раскладки у мест установки) и монтажа комплектов колонн, элементов покрытия (подстропильных и стропильных конструкций и плит покрытия) и комплектов панелей наружных стен.

Разработка таких графиков должна осуществляться в соответствии с намечаемыми в ПОС технологическими маршрутами монтажных кранов, наиболее целесообразной системой организации перевозки элементов к монтируемому объекту при наибольшем количестве одновременно перевозимых элементов.

Наиболее целесообразной формой графика является график-циклограмма, отражающая все процессы начиная от выпуска комплектов элементов и кончая их установкой в проектное положение.

2.50. На основе отдельных графиков составляется сводный график изготовления, транспортирования и монтажа всей номенклатуры строительных конструкций, изготовляемых на разных специализированных заводах, необходимых для строительства объекта.

2.51. Основные методические положения по разработке графиков и расчеты потребности в автотранспортных средствах в увязке с работой монтажных кранов сводятся к следующему.

График изготовления комплектов колонн, их транспортирования, разгрузки (или раскладки у мест установки) и монтажа составляется с учетом следующих условий. Для колонн, транспортируемых со склада готовой продукции завода-изготовителя, устанавливается транспортный или отправочный комплект. Марки элементов в каждом комплекте должны соответствовать принятому порядку установки колонн в пролетах здания. На каждую транспортную единицу на складе готовой продукции завода производится погрузка отправочного комплекта за время $T_{\text{п}}$. На строительной площадке колонны раскладываются у мест их установки за время $T_{\text{р}}$. Автотранспортная единица, возвращаясь на

завод, совершает полный транспортный цикл за время $T_{тр}$.

Полный транспортный цикл при маятниковой системе транспортирования комплекта колонн с их последующей раскладкой в пролетах здания может определяться из выражения

$$T_{тр} = T_{п} + \frac{2l}{V} + T_{р}, \qquad (2.20)$$

где $T_{п}$ — продолжительность погрузки комплекта колонн на транспорт в *ч*;

$T_{р}$ — продолжительность разгрузки комплекта колонн на строительной площадке в *ч*;

l — расстояние от склада готовой продукции завода до строительной площадки в *км*;

V — средняя скорость движения транспортной единицы в конкретных дорожных условиях в *км/ч*.

Необходимое количество автотранспортных единиц для работы их в увязке с монтажными кранами определяется отношением продолжительности погрузки отправочного комплекта колонн T_1 ко времени, необходимому на их разгрузку монтажным краном T_2:

$$\frac{T_1}{T_2} = 1 \text{ или } T_1 = T_2,$$

где T_1 — продолжительность погрузки транспортного комплекта колонн в *ч*;

T_2 — продолжительность разгрузки транспортного комплекта колонн в *ч*.

При этом выполняется условие, что погрузка транспортных комплектов колонн осуществляется непрерывно, а монтажный кран на строительной площадке, закончив разгрузку комплекта с одной транспортной единицы, сразу же приступает к разгрузке элементов, привезенных другим транспортом, и т. д. В этом случае потребное количество автотранспортных средств определяется из отношения продолжительности полного транспортного цикла к продолжительности погрузки и разгрузки комплектов элементов. Если $\frac{T_1}{T_2} < 1$ или $T_1 < T_2$, то интервал времени I_t, через который начинается погрузка очередного комплекта элементов, будет состав-

лять: $l_t = T_2 - T_1$, а разгрузка элементов с очередной транспортной единицы будет осуществляться сразу же после окончания раскладки элементов, привезенных предыдущим рейсом. В связи с этим необходимое количество автотранспортных средств N определяется из отношения величины полного транспортного цикла $T_{тр}$ ко времени погрузки элементов на складе готовой продукции завода T_1, или

$$N = \frac{T_{тр}}{T_1}. \qquad (2.21)$$

График изготовления комплектов элементов покрытия (подстропильные и стропильные конструкции, плиты покрытия, а также фонарные конструкции), их транспортирования и монтажа составляется на основе следующих условий. Весь комплект конструкций покрытия делится на две группы.

К первой группе относятся подстропильные и стропильные конструкции, транспортируемые по одному элементу и устанавливаемые в проектное положение с транспортных средств.

Ко второй группе относятся плиты покрытия, отправочный комплект которых состоит из нескольких элементов. Комплект плит покрытия на ячейку слагается из нескольких отправочных комплектов, которые завозятся по отдельному графику с опережением не менее 4 ячеек и складируются в пролетах секции у мест их установки в проектное положение.

Необходимое количество автотранспортных единиц, осуществляющих доставку подстропильных конструкций к монтажному крану и работающих в увязке с ним, определяется отношением продолжительности погрузки подстропильной конструкции T_3 на заводе-изготовителе ко времени, необходимому на ее установку в проектное положение.

На монтаже подстропильных конструкций соблюдается условие, при котором

$$\frac{T_3}{T_4} < 1 \text{ или } T_3 < T_4,$$

где T_3 — продолжительность погрузки подстропильной конструкции в *ч*;

T_4 — продолжительность монтажа подстропильной конструкции в *ч*.

Интервал времени, через который необходимо начать погрузку очередной подстропильной конструкции с тем, чтобы доставить ее ко времени окончания установки предыдущей конструкции, составит:

$$I_t = T_4 - T_3.$$

В связи с этим необходимое количество автотранспортных средств должно определиться из отношения величины полного транспортного цикла к продолжительности монтажа подстропильной конструкции:

$$N = \frac{T_{тр}}{T_4}. \qquad (2.22)$$

2.52. Режим работы автотранспортных средств, осуществляющих поставку стропильных конструкций к монтажному крану, например при строительстве одноэтажных зданий, определяется порядком монтажа элементов покрытия в пролетах здания.

Монтаж конструкций покрытия в каждом пролете начинается с установки в его первой ячейке двух стропильных элементов, из которых второй должен быть доставлен к монтажному крану после окончания установки им первого. Здесь соблюдается условие

$$\frac{T_5}{T_6} < 1 \text{ или } T_5 < T_6,$$

где T_5 — продолжительность погрузки стропильной конструкции в *ч*;

T_6 — продолжительность монтажа стропильной конструкции в *ч*, при котором интервал времени, через который необходимо начать погрузку второй стропильной конструкции с тем, чтобы доставить ее своевременно на монтажную площадку, $I_t = T_6 - T_5$.

Этот интервал должен быть соблюден при монтаже конструкций в каждой первой ячейке монтируемых пролетов здания. Остальные конструкции поставляются к монтажному крану через промежутки времени, равные продолжительности установки предыдущей стропильной конструкции и плит покрытия в пределах одного шага стропильных элементов, равного 6 или 12 *м*. В этом случае интервал времени, через который необходимо начать погрузку стропильной конструкции на складе готовой продукции завода-изготовителя, равен:

$$I_t = T_6 + T_7 - T_5,$$

где T_7 — продолжительность монтажа плит покрытия в *ч*.

Необходимое количество автотранспортных средств, обеспечивающих непрерывную работу монтажного крана на установке конструкций покрытия, определяется из отношения величины полного транспортного цикла $T_{тр}$ при доставке стропильного элемента к продолжительности его установки и комплекта плит покрытия с фонарными конструкциями:

$$N = \frac{T_{тр}}{T_6 + T_7}. \qquad (2.23)$$

Аналогичным образом составляется график изготовления комплектов панелей наружных стен, их транспортирования, разгрузки и раскладки у мест их установки (монтажа) и определяется количество автотранспортных средств, работающих в увязке с монтажным краном.

2.53. Сводный график увязки заводского изготовления, транспортирования и монтажа строительных конструкций является основным организационно-технологическим документом, с помощью которого осуществляется оперативное планирование и руководство монтажными работами.

В таком графике содержится необходимая информация, касающаяся времени изготовления сборных элементов на заводах, порядка комплектования объекта сборным железобетоном, ритма работы автотранспортных средств в увязке с работой монтажных кранов, принятых решений по организации монтажных работ.

2.54. В качестве критерия при оценке решений организации монтажных работ, обеспечивающей согласованную деятельность заводов-поставщиков конструкций, транспортной и монтажной организации, целесообразно принимать показатель стоимости 1 *т* смонтированных конструкций, слагаемой из затрат на изготовление, транспортирование, погрузочно-разгрузочные и монтажные работы.

Эта стоимость может изменяться в зависимости от процентного соотношения принятых типов унифицированных конструкций, организационных схем монтажа конструктивных элементов и дальности их транспортирования средствами автомобильного транспорта.

Изменение стоимости 1 *т* смонтированных конст-

рукций в зависимости от перечисленных факторов приводится на графиках рис. 2.11 и 2.12.

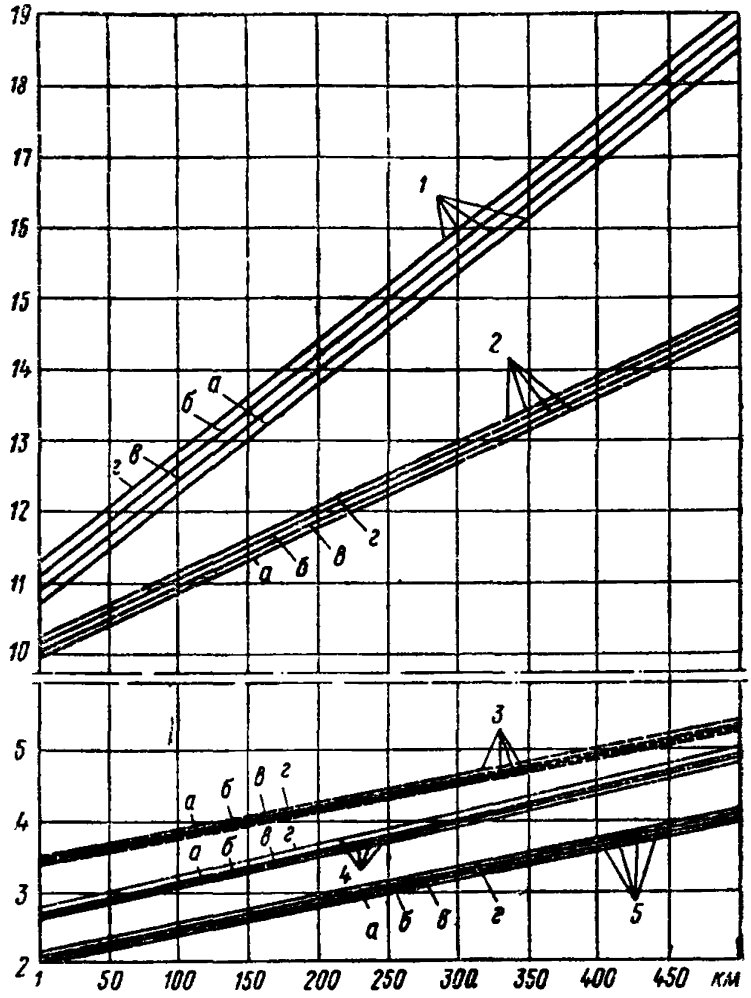


Рис. 2.11. Изменение стоимости монтажа конструкций применительно к бескрановым промышленным зданиям

1 — плиты покрытия; *2* — стропильные фермы (балки); *3*—подстропильные фермы (балки); *4* — панели наружных стен; *5*—колонны; *а, б, в, г* — организационные схемы монтажа строительных конструкций

Стоимость 1 *т* смонтированных конструкций слагается из стоимости типов унифицированных конструкций, исчисленных исходя из условия их монтажа по одной из четырех возможных организационных схем, а именно:

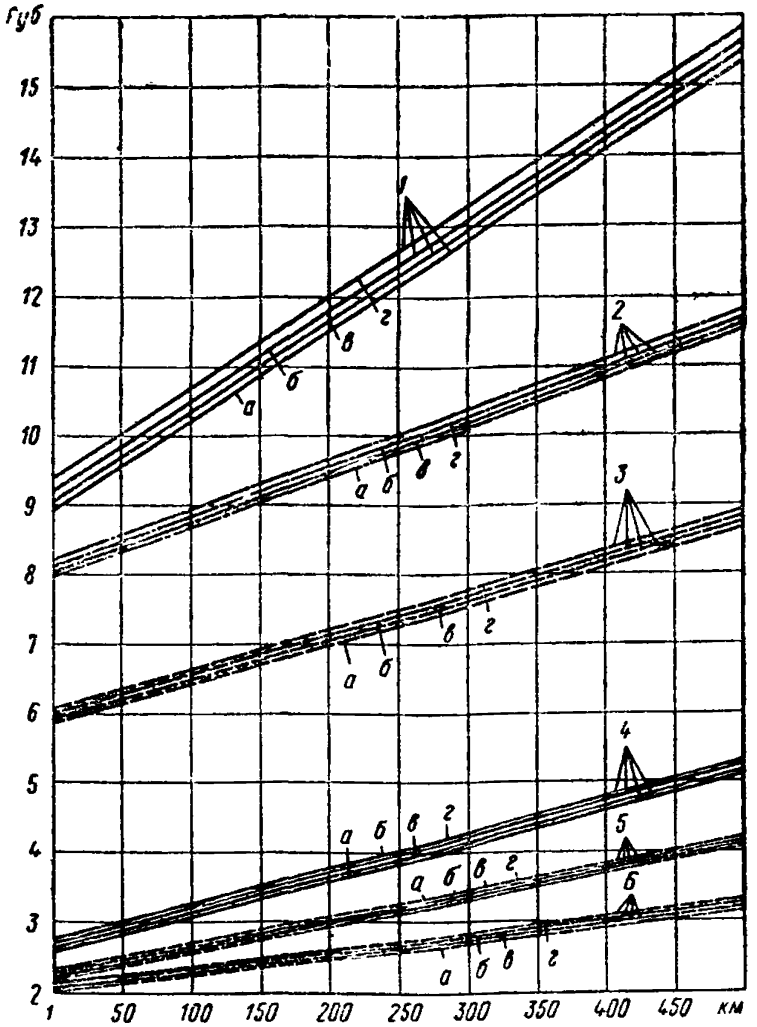


Рис. 2.12. Изменение стоимости монтажа конструкций применительно к промышленным зданиям, оборудованным мостовыми кранами

1 — плиты покрытия; *2* — стропильные фермы (балки); *3* — подкрановые балки; *4* — колонны; *5* — панели наружных стен; *6* — подстропильные фермы (балки); *а, б, в, г* — организационные схемы монтажа строительных конструкций

а — завод — монтаж элементов с транспортных средств;

б — завод—центральный (комплектовочный) склад—монтаж элементов с транспортных средств;

в — завод — складирование (раскладка) элементов у мест монтажа;

г — завод — центральный (комплектовочный) склад — складирование (раскладка) элементов у мест монтажа.

В графиках, приведенных на рис. 2.11, 2.12, построенных применительно к бескрановым зданиям и зданиям, оборудованным мостовыми кранами, содержатся данные о стоимости 1 *т* смонтированных конструкций с учетом затрат на изготовление, транспортирование, погрузочно-разгрузочные работы и непосредственно монтаж. Графики могут использоваться с целью отбора, в зависимости от условий строительства, наиболее выгодного решения организации работ по монтажу строительных конструкций.

В. ЖИЛИЩНО-ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Проект организации строительства

2.55. Разработка проекта организации строительства поточными методами начинается с установления очередности застройки массива. С этой целью территорию массива делят на участки — очереди — и определяют наиболее рациональную последовательность строительства. В качестве очереди застройки в жилых районах принимаются составляющие их жилые массивы, в жилых массивах — отдельные кварталы, микрорайоны или группы зданий. Деление территории застройки на очереди производится с учетом возможности ввода в эксплуатацию инженерных коммуникаций каждой очереди независимо от других очередей. Экономическое обоснование очередности застройки осуществляется путем расчета и сопоставления объектов и стоимости задела по инженерному оборудованию территории при разных вариантах последовательности строительства.

При определении очередности застройки и структуры комплексного потока целесообразно учитывать «Рекомендации по методике составления проектов организации строительства и проектов производства работ» ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1968 г.

2.56. Комплексный поток по застройке жилого массива состоит, как правило, из следующих объектных потоков: планировка территории, прокладка наружных канализационных, водопроводных, теплофикационных сетей, а также сетей электроснабжения, осветительных

и слаботочных сетей (в виде отдельных объектных потоков), устройство водостоков, прокладка дорог и проездов, возведение жилых домов, строительство общественных зданий, благоустройство территории.

2.57. Объектные потоки состоят из ряда специализированных потоков. Например, объектный поток по прокладке наружных канализационных сетей включает: разработку траншей и котлованов, укладку труб и испытание сети, устройство колодцев и засыпку траншей; возведение жилых домов или общественных зданий — возведение подземной и надземной частей, устройство крыши и кровли, отделочные работы; благоустройство территории — земляные работы, озеленение, устройство оград и малых архитектурных форм, устройство тротуаров и площадок.

2.58. Интенсивность выпуска готовой продукции (I_k) комплексным, объектным или специализированным потоком определяется по формуле

$$I_k = \frac{P}{T_{пр}}, \qquad (2.24)$$

где P — общий объем выполняемых в потоке работ, выраженный в соответствующих единицах готовой продукции;

$T_{пр}$ — период выпуска готовой продукции в днях.

При строительстве разнотипных зданий отдельными объектными потоками интенсивность комплексного потока может быть определена как сумма интенсивностей объектных потоков по возведению домов разных типов, выраженных в единицах измерения продукции комплексного потока.

Примечание. За измеритель объема готовой продукции принимается: для комплексного потока — $м^2$ жилой площади или $м^3$ строительного объема зданий; для объектных потоков, например, по прокладке инженерных сетей — $м$ сетей, по возведению зданий — $м^2$ жилой площади или $м^3$ строительного объема зданий; для специализированных потоков — единица объема работ.

2.59. Период выпуска потоком готовой продукции определяется по формуле

$$T_{пр} = T - T_{п} - T_{р}, \qquad (2.25)$$

где T — общий директивный срок строительства в днях;

$T_{п}$ — период подготовительных работ в днях;

$T_{р}$ — период развертывания потока в днях.

Продолжительность подготовительного периода $T_п$ строительства жилого массива устанавливается в проекте в зависимости от определяемого местными условиями объема подготовительных работ. Для предварительных расчетов подготовительный период принимается в размере 10—20% общей продолжительности строительства.

Общая продолжительность периода развертывания комплексного потока может приниматься равной:

а) при застройке жилого массива на неосвоенном участке (при отсутствии на участке действующих дорог и магистральных инженерных сетей) — 200—250 рабочих дней;

б) при застройке на освоенном участке (при наличии действующих магистральных инженерных сетей и дорог) — 100—120 рабочих дней.

2.60. Интенсивность объектных (специализированных) потоков ($I_{об}$) определяется из условия обеспечения единого темпа развития всех потоков по формуле

$$I_{об} = P_у I_к,$$

где $I_к$ — интенсивность комплексного потока;

$P_у$ — объем продукции объектного (специализированного) потока, приходящейся на единицу объема конечной продукции комплексного потока, определяемый по формуле

$$P_у = \frac{P_{об}}{P_к}, \qquad (2.27)$$

где $P_{об}$ — объем продукции объектного (специализированного) потока в $м^2$ или $м^3$;

$P_к$ — объем продукции комплексного потока в $м^2$ жилой площади.

Для удобства расчета показателей $P_у$ пользуются формой 2.1.

2.61. Необходимое число параллельных потоков B при возведении зданий определяется по формуле

$$B = \frac{I_{об}}{SA}, \qquad (2.28)$$

где $I_{сб}$ — интенсивность объектного (специализированного) потока в $м^2$ жилой площади;

S — сменная нормативная выработка башенного крана в $м^2$ жилой площади;

A — число рабочих смен крана.

Форма 2.1

Расчет показателей P_y

№ п. п.	Наименование объектных (специализированных) потоков	Физические объемы работ		Трудоемкость работ, приходящихся на единицу продукции комплексного потока, в чел.-дн.	Стоимость работ, приходящихся на единицу комплексного потока, в руб.
		единица измерения	показатель		

2.62. На основании показателей интенсивности потоков и общих объемов предстоящих работ составляется сводный график поточной застройки жилого массива и график подготовительных работ. По данным сводного графика поточной застройки жилого массива определяется потребность в сборных конструкциях, деталях, полуфабрикатах, основных строительных материалах и выявляется потребность в рабочих кадрах по годам строительства, составляется план финансирования строительства и строительный генеральный план застройки массива.

При составлении ПОС с использованием типовых проектов расчеты комплексного потока по заданному сроку строительства могут выполняться по методике, изложенной в приложении 8.

Проект производства работ

2.63. Проектирование поточного возведения типовых жилых домов, культурно-бытовых зданий и инженерного оборудования площади начинается с привязки типовых проектов производства работ и разработки типовых решений по технологии и организации возведения отдельных объектов, зависящих от местных условий.

В процессе привязки типового проекта уточняется темп производства работ по стадиям возведения здания; корректируются типовые циклограммы возведения объектов и технологические карты; уточняются схемы

движения бригад по стадиям производства работ, а также потребность в материально-технических и трудовых ресурсах, дорабатываются графики их поставки; уточняются технико-экономические показатели проекта.

Привязка типовых технологических карт состоит в уточнении организации рабочих мест по процессам с учетом принятого численного состава бригад и звеньев и установленных размеров и границ делянок для работы отдельных звеньев.

Привязка типовой циклограммы поточного возведения здания начинается с уточнения схемы движения бригад по захваткам в каждой технологической стадии в зависимости от принятой технологии производства работ. При этом порядок перехода с захватки на захватку может отличаться от предусмотренного в типовом проекте. После этого в соответствии с технологическими нормалями корректируются численный состав бригад и звеньев и сроки выполнения отдельных процессов на циклограмме; затем устанавливаются календарные дни выполнения работ, которые записываются в соответствующей графе циклограммы.

Уточнение потребности в материально-технических и трудовых ресурсах сводится к корректировке приведенных в типовом проекте графиков поставки ресурсов с учетом принятых в местных условиях видов строительных материалов и сборных деталей, машин, уточненного состава бригад и звеньев, а также установленных сроков строительства объектов.

В циклограмме инженерного оборудования территории жилого массива устанавливаются последовательность и сроки осуществления объектных потоков общеплощадочных работ по планировке, прокладке инженерных сетей и устройству дорог по отдельным участкам застройки массива.

Продолжительность частного потока по инженерному оборудованию на одном участке территории массива определяется по формуле

$$t_{н} = \frac{P_{уч}}{I}, \qquad (2.29)$$

где $P_{уч}$ — объем работ по инженерному оборудованию на участке — очереди массива в $м^3$; в $м^2$;

I — принятая интенсивность потока в $м^3/день$, в $м^2/день$.

2.64. Разработка циклограммы строительства жилых и культурно-бытовых зданий ведется в следующем порядке: составляется схема движения объектных потоков по возведению жилых домов и культурно-бытовых зданий; по данным типовых проектов поточного возведения зданий и данным привязки этих зданий (или по производственным соображениям) устанавливается продолжительность специализированных потоков по каждой технологической стадии работ для всех типов (серий) зданий, возводимых на массиве в соответствии с намеченной схемой движения объектных потоков и сроками выполнения работ по стадиям; разрабатываются графики осуществления специализированных потоков по каждому объектному потоку.

Примечание. Распределение зданий массива по потокам и схема движения их принимаются с учетом очередности застройки, расположения объектов, рациональной схемы перебазировки башенных кранов с одного объекта на другой без их демонтажа. При распределении объектов между потоками необходимо обеспечить одинаковую продолжительность функционирования каждого объектного потока.

2.65. В графиках комплектной поставки материально-технических ресурсов, составленных на основании циклограммы, устанавливаются поставки и сроки завоза на строительную площадку сборных конструкций, деталей, полуфабрикатов и строительных материалов, поставка которых предусматривается комплектами. Поставка комплектов сборных конструкций для крупнопанельных домов, монтируемых с транспортных средств, предусматривается в графике по ходу работ; для крупноблочных и каркасных зданий — с опережением сроков монтажа, обычно принимаемых равными продолжительности монтажа одного этажа здания.

2.66. Применение ЭЦВМ при проектировании производства работ позволяет значительно ускорить составление технологической документации, типизировать проектные решения, улучшить их качество и практическое использование.

С помощью ЭЦВМ могут разрабатываться циклограмма инженерного оборудования территории, циклограммы возведения жилых и культурно-бытовых зданий, график поставки материальных ресурсов, план финансирования поточного строительства жилого массива, график работы башенных кранов и выполняться расчет потоков, а также сроков строительства жилого мас-

сива по заданной мощности строительных организаций, число параллельных потоков по возведению жилых домов, интенсивность потоков по распределению домов между специализированными потоками и формированию объектных потоков по возведению жилых домов. Расчет циклограммы возведения жилого дома с применением ЭЦВМ приводится в приложении 9.

Организация монтажа жилых крупнопанельных зданий с «транспортных средств», комплектация и контейнеризация в комплексной застройке микрорайона

2.67. При организации монтажа крупнопанельных зданий с «транспортных средств», доставка деталей и сроки монтажа зависят во многом от комплектации их на заводах-изготовителях. Увязка во времени сроков комплектации сборных деталей на заводе, транспортирования их к месту строительства и монтажа производится в комплектовочных ведомостях, почасовых транспортных и монтажных графиках, поэтажных монтажных планах.

Проект производства работ по монтажу зданий с «транспортных средств» должен содержать:

почасовой сменный график монтажа типового этажа (форма 2.2);

Форма 2.2

Почасовой сменный график монтажа типового этажа

Дни	Смены	№ рейса	Число элементов	Схема расположения панелей на панелевозе	Прибытие на ДСК	Выезд с ДСК	Прибытие на строительную площадку (к объекту)	Продолжительность монтажа	Марка монтажного элемента	Монтажная оснастка	Начало, конец монтажа и подготовительных работ

одноэтажные монтажныее планы с нумерацией сборных элементов и указанием очередности их установки;

сменные почасовые графики транспортных операций по доставке на стройку сборных деталей;

ведомости поставки заводами строительных деталей;
комплектовочные карты на поставку сборных элементов.

2.68. При разработке сменных почасовых графиков монтажа конструкций и поэтажных монтажных планов рекомендуется руководствоваться следующим:

а) размер одной захватки определяется 1—2 секциями и необходимо стремиться к максимальному подобию захваток с тем, чтобы документация, разработанная для одной из них, могла быть использована с наименьшими изменениями для других захваток;

б) монтаж сборных элементов осуществлять непрерывно в две смены, а подачу материалов для предотделочных и отделочных работ — в третью смену, используя для этих операций башенный кран;

в) транспортные средства для перевозки конструкций, длительность транспортных и монтажных операций выбирать в соответствии с нормативными данными;

г) при назначении количества и марок деталей для каждого рейса необходимо стремиться к максимальному использованию грузоподъемности автомашины, однако технологическая последовательность монтажа, предусмотренная в монтажном графике, должна строго соблюдаться;

д) мелкие детали — балконные плиты, лестничные марши и площадки и прочие «доборные» элементы — должны завозиться в контейнерах в количестве, потребном на одну или несколько смен, и устанавливаться в зоне действия башенного крана.

В часовом графике завоза и монтажа устанавливается последовательность и время монтажа сборных элементов здания по этажам, захваткам, дням, сменам и часам; потребное количество транспортных средств (панелевозов, полуприцепов, прицепов, тягачей и т. п.), время нахождения транспортных средств под погрузкой, в пути и на строительной площадке. В графике указываются схема захватки, порядковые номера и марки монтируемых элементов, наименование и номера используемых транспортных средств. Время монтажа элементов принимается по действующим нормам с учетом достигнутого уровня производительности труда.

2.69. Могут применяться три транспортные схемы доставки сборных конструкций с завода на строительную площадку: маятниковая — с доставкой без отцепки

тягачей от панелевозов; получелночная и челночная схемы — с отцепкой тягачей с прицепами на заводе и у монтируемого объекта.

При доставке деталей с завода на объект на расстояние до 10 *км* целесообразно применять челночную, а при большей дальности доставки — маятниковую схему.

Челночная схема работы тягача с тремя полуприцепами наиболее распространена. При этой схеме движения полностью исключаются простои тягача при погрузке и разгрузке, однако возникает потребность в дополнительных полуприцепах и прицепах.

Выбор транспортной схемы и средств для доставки деталей производится в зависимости от веса, габаритов деталей, вида и характеристики деталей, грузоподъемности и производительности панелевоза, их проходимости в условиях плохих дорог.

При построении часового графика количество панелевозов принимается по расчету. В графике показывается время пребывания их на монтажной площадке (равное времени установки деталей в проектное положение), время нахождения каждого из них в пути и под погрузкой на заводе.

Необходимое количество автотранспортных средств при работе челночным методом для монтажа дома одним башенным краном определяется из отношения времени транспортного цикла ко времени, затраченному на монтаж сборных элементов, доставляемых панелевозом за один рейс:

$$N_m = \frac{T_ц}{R}; \tag{2.30}$$

$$N_{пр} = N_m + 2, \tag{2.31}$$

где N_m — количество тягачей;

$N_{пр}$ — количество прицепов;

$T_ц$ — общая продолжительность транспортного цикла в *мин*;

R — продолжительность монтажного цикла, равная времени монтажа деталей, помещенных на одном панелевозе, в *мин*.

$$T_ц = t_{пр.с.} + \frac{2l}{v} 60 + t_{пр.з}; \tag{2.32}$$

$$R = nt_m, \tag{2.33}$$

где $t_{пр.с}$ — время смены полуприцепов на стройплощадке в *мин*;

l — расстояние от объекта строительства до завода-изготовителя или ДСК в *км*;

v — средняя скорость движения панелевоза в *км/ч*;

$t_{пр.з}$ — время смены полуприцепов на заводе в *мин*;

t_m — время монтажа одного элемента в *мин*;

n — количество монтажных элементов, помещаемых на одном панелевозе.

На заводе тягач ставит пустой полуприцеп под погрузку и берет ранее загруженный прицеп, на объекте оставляет загруженный прицеп и берет пустой. Таким образом достигается более эффективное использование тягача и исключаются простои под погрузкой полуприцепа и его разгрузкой. Тягач работает с несколькими полуприцепами и прицепами и их количество в основном зависит от расстояния между заводом и объектом.

При определении грузоподъемности транспортных средств необходимо учитывать, чтобы панелевоз за время одного полного рейса обеспечил сборными элементами непрерывность работы монтажников.

Наиболее распространенными транспортными средствами для перевозки изделий являются: для стеновых панелей — тягачи МАЗ-200В и МАЗ-504 с прицепами НАМИ-790, для панелей перегородок — тягачи МАЗ-200 с прицепами ПФ-3; для панелей перекрытий и доборных элементов — тягачи ЗИЛ-164Н с прицепами-площадками грузоподъемностью 9 и 20 *т*; для мелких элементов и контейнеров с материалами — бортовые машины типа ГАЗ-63 и ЗИЛ-130.

2.70. В условиях индустриального строительства одним из важных звеньев улучшения системы обеспечения строящихся объектов является комплектация и контейнеризация строительных материалов.

Основным документом, определяющим материально-техническое обеспечение строек, является комплектовочная карта, составляемая на основе технической документации и пообъектных графиков производства работ.

Комплектовочная карта является одновременно отчетным документом о расходе материальных ресурсов, о выполнении сменных заданий по комплектации и строительству объекта.

Для осуществления непрерывного потока возведе-

ния зданий одновременно с картами комплектации разрабатываются транспортно-монтажные карты, составы пакетов, подаваемых башенным краном на перекрытие монтируемого этажа, и схемы их раскладки на этажах.

Поставка комплектов на объекты строительства осуществляется:

в саморазгружающихся контейнерах — дверные блоки, стекловата, лаги, рубероид и пергамин; в пакетах — плинтусы, наличники, сухая штукатурка, прокладки из плит; в проволочных контейнерах — пасты меловая и известковая, шпаклевка, замазка; в контейнерах — стекло дверное, оконное и витринное; в вагончиках — скобяные изделия, гвозди, шурупы, растворители, колеры и прочие материалы для отделочных работ.

Все эти материалы доставляются на строительные площадки автотранспортом и разгружаются башенным краном с укладкой непосредственно на перекрытие.

При проектировании поточной организации строительства следует предусматривать также контейнерный способ доставки мелких железобетонных изделий, сущность которого заключается в том, что эти изделия укладываются в контейнеры на постах распалубки формовочного цеха и на строительной площадке монтируются без промежуточного их складирования. Контейнерная доставка мелких железобетонных изделий повышает коэффициент использования погрузочно-разгрузочных средств, сокращает простой транспорта и предохраняет изделия от порчи при транспортировании. При этом значительно сокращаются площади под складирование этих изделий и повышается производительность труда монтажников.

Г. СЕЛЬСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Проект организации строительства

2.71. Проектирование организации строительства крупных производственных комплексов и отдельных зданий и сооружений, возводимых поточными методами в сельской местности, осуществляется в порядке, установленном действующей инструкцией СН 47-67 (п. 8.1) и указаниями настоящей главы. При этом учитываются особенности проектных решений сельских зданий, сооружений и их классификация.

Все здания и сооружения, возводимые в сельской местности, по их назначению делятся на следующие группы: сельскохозяйственные производственные здания и их комплексы; жилые здания и их комплексы; общественные здания (культурно-бытового назначения); инженерные сооружения и объекты дорожного строительства.

Сельскохозяйственные производственные здания и их комплексы в зависимости от технологии производственных процессов подразделяются на две подгруппы.

К первой подгруппе относятся объекты с сельскохозяйственной (зоотехнической или агротехнической) технологией производственных процессов (животноводческие, птицеводческие объекты и комплексы, зооветеринарные объекты, тепличные комплексы, вегетационные, агротехнические и др.).

Ко второй подгруппе — объекты с промышленной технологией производственных процессов (объекты для хранения, обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и орудий, а также транспортных средств, предприятия по переработке и хранению сельскохозяйственной продукции, предприятия по изготовлению кормов, склады минеральных удобрений и ядохимикатов, энергосиловые установки и линии, транспортные здания и сооружения и линии связи).

По однородности проектных решений все производственные здания подразделяются на две группы.

К первой группе относятся животноводческие и птицеводческие здания, кормоприготовительные цехи и кормокухни, гаражи, сараи для сельскохозяйственных машин, склады минеральных удобрений, торговые базы, хранилища для картофеля, овощей и фруктов. Производственные здания, входящие в эту группу, как правило, одноэтажные, многопролетные, шириной от 12 до 24 *м* и имеют в плане прямоугольные очертания.

Ко второй группе — здания заводов и мастерских по ремонту сельхозтехники, зернохранилища, сооружения по хранению и переработке зерна (кроме элеваторов), предприятия первичной обработки продуктов сельского хозяйства. Производственные здания, входящие в эту группу, также имеют в плане прямоугольные очертания и представляют собой двух- или трехпролетные одноэтажные здания, в которых размещаются все производственные цехи (отделения) и бытовые помещения.

Крайние пролеты имеют обычно ширину 6 *м* и высоту 3,5—4,5 *м*; средний пролет—9 *м* с высотой до низа кран-балки 5—7 *м*.

Отличные от приведенных групп проектные решения имеют элеваторные сооружения, силосные хранилища, хранилища нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов, ветеринарно-лечебные учреждения и станции искусственного осеменения, семеочистительные пункты и сушилки и культивационные сооружения.

В конструкциях сельских производственных зданий применяются сборный железобетон, дерево, местные материалы и монолитный железобетон. Наиболее распространены здания с каркасами из сборного железобетона (около 50%).

Железобетонный каркас может быть стоечно-балочной конструкции или без внутренних опор: рамным, арочным или с перекрытием по фермам и балкам. Наибольшее распространение имеют здания с каркасом стоечно-балочной конструкции.

Различают два варианта каркасов стоечно-балочной конструкции: поперечное (плиты покрытия укладываются вдоль продольной оси здания) и продольное расположение балок покрытия.

Наряду с железобетонными конструкциями для возведения зданий производственного назначения используются деревянные сборные конструкции.

Покрытия сельских производственных зданий в основном выполняются совмещенными, допускается также устройство чердаков. Кровли — из рулонных материалов или асбестоцементных листов.

Основные типы жилых зданий для сельских поселков — одноэтажные и двухэтажные блокированные дома. Строительство таких домов осуществляется из сборного железобетона, кирпича, мелких и крупных блоков, дерева.

Для возведения общественных зданий в качестве основных материалов применяются кирпич, бетонные блоки и местные материалы.

2.72. При сосредоточенном строительстве производственных и жилых комплексов или отдельных объектов в сельской местности организация строительного потока и его проектирование выполняются по принципам, изложенным в подразделах А и Б настоящей главы.

2.73. При рассредоточенности объектов строительства и значительном удалении их от производственных баз организация и осуществление строительства силами передвижных механизированных колонн (ПМК), строительно-монтажных управлений (СМУ) и межколхозных строительных организаций (МСО), а также проектирование непрерывного строительного потока осуществляются на годовую программу работ по принципам и методам, изложенным в главе 3 настоящего Пособия. При этом исходят из следующих условий:

поточное строительство выполняется бригадами рабочих постоянного состава, специализированными по определенным видам работ на основе передовой технологии, разработанной в ПОС и ППР на отдельные здания и сооружения, технологических картах и картах трудовых процессов;

оснащение строительной организации соответствующими строительными машинами, механизмами и передвижными установками в соответствии с характером планируемых объемов работ;

однотипность и постоянство технологического процесса, выполняемого специализированными бригадами;

внедрение системы производственно-технологической комплектации и контейнеризации при комплектном обеспечении работ материалами, конструкциями и деталями.

Строительство поточными методами должно предусматривать четкое разграничение между исполнителями всех видов строительно-монтажных работ на объектах и координацию работы всех исполнителей в процессе осуществления строительства.

Все строительно-монтажные и специальные работы по строительству производственных, жилых и культурно-бытовых зданий, включенных в годовую программу сельской строительной организации (ПМК, СМУ, МСО), группируются в комплексные, объектные, специализированные и частные потоки.

Проект производства работ

2.74. Проект производства работ при строительстве поточными методами производственных комплексов или отдельных объектов с нормативной продолжительностью строительства более 1 года разрабатывается в со-

ставе и порядке, изложенном в п. 2.10 инструкции СН 47-67.

2.75. При строительстве поточными методами рассредоточенных сельских объектов, имеющих нормативную продолжительность менее 1 года, проект производства работ разрабатывается на годовую программу первичной подрядной организации, специализированной по сельскому строительству, в порядке, изложенном в п. 8.5 инструкции СН 47-67.

При этом руководствуются следующим.

Все объекты строительства группируются в комплексные потоки по территориальному признаку. Количество объектов, включаемых в комплексный поток, должно обеспечивать непрерывную работу общестроительного участка в течение планируемого периода с учетом создания необходимого задела.

При проектировании комплексных потоков очередность строительства объектов устанавливается исходя из заданных директивных или нормативных сроков строительства, учитывая при этом возможность выполнения специальных работ субподрядными организациями, а также местные условия строительства.

2.76. Рекомендуемый состав объектного потока:

общеплощадочные работы;

инженерные коммуникации;

работы «нулевого» цикла;

монтаж сборных железобетонных конструкций каркаса здания (возведение надземной части здания);

устройство кровли;

общестроительные работы внутри здания (подготовка к отделке);

внутренние санитарно-технические работы;

внутренние электромонтажные работы;

отделочные работы;

монтаж технологического и электросилового оборудования;

благоустройство.

Членение объектного потока на специализированные должно увязываться с принятыми в строительной организации этапами окончания отдельных конструктивных элементов зданий и сооружений при расчете с заказчиками за выполненные работы.

2.77. Объем работ в каждом специализированном потоке генподрядной строительной организации должен

обеспечивать непрерывную работу специализированной или комплексной бригады в течение всего планируемого периода.

Численный состав исполнителей (рабочих) каждого специализированного потока определяется:

для специализированных потоков, выполняемых бригадами, оснащенными механизмами, исходя из эксплуатационной производительности ведущего механизма, которым оснащена бригада;

для остальных специализированных потоков — путем деления расчетных трудовых затрат потока на количество рабочих дней в планируемом периоде.

При значительных объемах строительно-монтажных работ работы одного специализированного потока могут вести несколько бригад, численный состав которых принимается кратным количеству звеньев, определенному по соответствующему сборнику ЕНиР.

При недостаточном фронте работ на каком-либо объекте бригада делится на звенья, которые работают параллельно на нескольких объектах. Численный состав бригад остается все время постоянным.

Расчеты специализированных потоков производятся на основании ведомости объемов работ, сметной стоимости и трудозатрат.

В результате расчетов уточняют организационную структуру строительной организации и определяют количественный состав бригады.

Составлению ведомости объемов работ предшествует установление номенклатуры работ и технологической последовательности их выполнения, а также заполнение таблиц работ и ресурсов сетевых графиков. Сметная стоимость по каждому виду работ определяется с учетом накладных расходов и других дополнительных затрат, включенных в объем выполняемых работ по стройорганизации.

Трудозатраты определяются для каждой работы по выработке на одного работающего (в денежном выражении) или на основании ЕНиР.

Трудозатраты и сметная стоимость работ определяются по каждому объекту, специализированному и частному потоку, а также в целом на годовой объем работ по строительной организации, включая работы субподрядных организаций.

Расчет объектных потоков производится в следующей очередности:

по объектам, включенным в комплексный поток, раздельно суммируют объемы работ в денежном выражении и трудовые затраты по каждому специализированному потоку;

по всем специализированным потокам определяют максимально возможное количество исполнителей исходя из реального фронта работ для каждого объекта с учетом состава звеньев по соответствующему сборнику ЕНиР и фактического состава конкретных бригад;

определяют численный состав исполнителей ведущего и других специализированных потоков.

2.78. Сводный сетевой график поточного строительства на годовую программу работ сельской генподрядной строительной организации охватывает весь организационный и технологический процесс строительства и определяет сроки и продолжительность строительства и отдельных видов работ, взаимоувязку работ подразделений общестроительной и специализированных организаций, а также последовательность перехода рабочих бригад с объекта на объект и сроки поставок основных материально-технических ресурсов.

Сводный сетевой график разрабатывается в порядке, установленном действующими инструкциями.

При «сшивке» объектных сетевых графиков выполняется укрупнение работ с учетом рассчитанного состава бригад, обеспечивающих непрерывность работы в течение всего планируемого периода на всех объектах строительства.

Объектные укрупненные сетевые графики, включенные в сводный сетевой график, оптимизируются по заданным ограничениям. К числу ограничений относятся определенный и постоянный состав бригад, директивные сроки ввода объектов в эксплуатацию и материально-технические ресурсы.

Специализация бригад осуществляется в зависимости от конструктивных особенностей зданий (сооружений) и объема работ. Каждый объектный поток, как правило, включает объекты с одинаковыми конструктивными и объемно-планировочными решениями.

При разработке сетевого графика на группу сельских объектов (или комплекс) не всегда удается сохранить непрерывность потока, так как объекты могут

иметь различные объемы работ и поток будет с переменным, неединым и некратным ритмом. В этом случае организация работ проектируется методом увязки работы специализированных бригад со сведением к минимуму простоя бригад.

Так как при проектировании организации поточного строительства планируется полная загрузка в течение года основных рабочих бригад на участках, то сводный сетевой график на годовую программу работ сельской генподрядной организации будет состоять из нескольких сетевых графиков на производственную программу участков с общими исходными и завершающими событиями.

2.79. При расчетах транспорта и транспортных перевозок учитывается низкая плотность и не всегда удовлетворительное состояние дорог, что существенно влияет на сроки поставок материалов, конструкций и оборудования. В связи с этим материально-технические ресурсы в необходимых случаях доставляются на объекты с определенным запасом, для размещения которого на стройгенплане предусматриваются дополнительные площадки хранения материалов, изделий и конструкций на период бездорожья.

Сборные железобетонные изделия и конструкции на строительство небольших объектов завозятся в полном объеме.

Глава 3

СВОДНЫЙ ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ГОДОВУЮ ПРОГРАММУ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. В соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 мая 1969 г. «О совершенствовании планирования капитального строительства и об усилении экономического стимулирования строительного производства» генподрядная строительная организация должна непосредственно участвовать в формировании годовой производственной программы и разрабатывать предложения, а также организационно-технологические мероприятия по выполнению этой программы, учитывающие производственную мощность организации (треста, СМУ, СУ), принципы непрерывности и равномерности производства строительно-монтажных работ и ритмичный ввод объектов в эксплуатацию. Основным документом, составляемым для этой цели, является «Сводный проект организации работ на годовую программу строительной организации (сводный ПОР).

3.2. Сводный ПОР составляется на планируемый год на основе данных, содержащихся в проектах производства работ (ППР) и проектах организации строительства (ПОС), разработанных в соответствии с указанием главы СНиП III-А.6-62 «Организационно-техническая подготовка к строительству. Основные положения» и инструкции СН 47-67.

3.3. В сводном ПОР определяются:

общий объем строительного производства с разбивкой по видам работ, поточно выполняемых специализированными подразделениями, комплексными и специализированными бригадами как собственными силами, так и силами субподрядных организаций;

наиболее рациональная последовательность и сроки строительства пусковых комплексов, зданий и сооружений, а также последовательность, продолжительность и интенсивность выполнения отдельных видов работ, обеспечивающие своевременный ввод объектов в действие, равномерную и непрерывную загрузку мощности строительной организации (треста, СМУ);

общая потребность в материально-технических ресурсах с разбивкой по объектам и видам работ и сроки их поставки;

изменения в структуре строительно-монтажной организации, необходимые для выполнения заданной годовой программы работ;

объемы и сроки поставки технологического оборудования и обеспечения проектной документацией.

Сводный ПОР служит основой для составления стройфинплана и плана организационно-технических мероприятий строительной организации, а также проектов производства работ по отдельным объектам (комплексам).

3.4. Исходными данными для составления сводного ПОР на годовую программу строительной организации служат:

перспективные (пятилетние) планы работ подрядных строительно-монтажных организаций;

внутрипостроечные титульные списки по отдельным заказчикам;

проектно-сметная документация на полный объем строительно-монтажных работ строительной организации на планируемый год — технический, техно-рабочий проекты, проекты производства работ;

данные о производственной мощности строительной организации и отдельных ее подразделений, а также субподрядных организаций;

ожидаемое выполнение объемов работ на задельных объектах на начало планируемого года.

3.5. Для проектирования организации работ на годовую программу при главном технологе треста целесообразно создавать группу в составе инженеров группы ППР, производственного и планового отделов треста. К участию в работе рекомендуется привлекать главных инженеров генподрядных и субподрядных СМУ (СУ).

3.6. Сводный ПОР на годовую программу работ треста (СМУ, СУ) разрабатывается в следующем составе:

а) сводный годовой календарный план работ треста (СМУ), составленный на основе комплексных сетевых графиков (рабочих или укрупненных), циклограмм или линейных графиков, содержащихся в проектах организации строительства, проектах производства работ;

б) годовой график потребности и поставки строительных конструкций, деталей, полуфабрикатов, основных материалов и строительного оборудования, а также инвентарных зданий;

в) годовой график поставки основного технологического оборудования по объектам;

г) годовой график разработки и выдачи проектно-сметной документации (в том числе проектов производства работ);

д) годовой график работы на объектах основных строительных машин и механизмов;

е) годовой график потребности в трудовых ресурсах;

ж) пояснительная записка, включающая: краткую характеристику условий строительства, обоснование распределения объектов и объемов работ по подразделениям треста (СМУ) и группировки объектов по потокам, уточнение организационной структуры подразделений и др.

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ СВОДНОГО ПОР[1]

3.7. Разработка сводного ПОР осуществляется в два этапа.

На первом этапе производится анализ проекта годового плана подрядных работ строительной организации с целью проверки соответствия намеченных заказчиками объемов работ производственной мощности строительной организации с учетом создания задела, а также возможности ввода объектов в действие в заданные сроки.

В случае несоответствия намеченных объемов работ мощности строительной организации или невозможности обеспечения ввода в действие объектов в планируе-

[1] Предложена лабораторией организации промышленного строительства ЦНИИОМТП.

мые сроки строительная организация вырабатывает предложения по корректировке проекта годового плана.

Разработка предложений по корректировке проекта годового плана осуществляется в следующем порядке:

трест на основе полученных от заказчиков проектов внутрипостроечных титульных списков составляет проект плана подрядных строительно-монтажных работ на планируемый год и план распределения объектов и объемов работ по подведомственным СМУ с учетом их территориального расположения, специализации и мощности (форма 3.1). Эти материалы направляются в СМУ (СУ);

строительно-монтажные управления на основе намеченного трестом распределения объектов и работ по СМУ (СУ) и данных проектно-сметной документации:

устанавливают перечень основных (ведущих) строительно-монтажных работ (специализированных потоков), их объем, трудоемкость и стоимость (по укрупненным измерителям) по каждому объекту и суммарно по СМУ (СУ);

определяют по форме рис. 10.1 последовательность, сроки возведения объектов и интенсивность выполнения основных видов работ, исходя из условий наиболее равномерного использования трудовых и машинных ресурсов (мощности) СМУ, используя для этой цели данные проектов организации строительства, проектов производства работ, типовых технологических карт и формы 3.1.

Трест, получив от СМУ (СУ) данные по форме рис. 10.1, анализирует их с точки зрения обеспечения равномерности и ритмичности использования трудовых и машинных ресурсов (мощности) в течение планируемого года в целом по тресту. Результаты анализа отражаются в предложениях.

На втором этапе разрабатываются основные материалы сводного ПОР.

Разработка их производится с учетом согласованных предложений по объемам и срокам работ с внесением уточнений в форму рис. 10.1.

3.8. Уточненная форма является сводным календарным планом работ треста и его строительных управлений на планируемый год. На основе сводного календарного плана работ треста и его подразделений составляются остальные документы, перечисленные в п. 3.6.

Форма 3.1

План (проект) подрядных работ треста (СМУ, СУ) на 19... г.

Наименование СМУ (СУ)	Шифр объекта	№ п. п. объекта по тресту	№ п. п. объекта по СМУ (СУ)	Наименование объекта	Сметная стоимость в тыс. руб.	Остаток сметной стоимости в тыс. руб.	Сроки строительства: начало	Сроки строительства: окончание	План (проект) на 19____ г.: по ген. подряду: объем работ в тыс. руб.	по ген. подряду: трудоемкость в чел.-дн.	собственными силами: объем работ в тыс. руб.	собственными силами: трудоемкость в чел.-дн.	по суб-подряду: объем работ в тыс. руб.	по суб-подряду: трудоемкость в чел.-дн.	В том числе по видам работ, конструктивным элементам, частям зданий и сооружений: земляные работы: механизированные: объем работ в тыс. руб. (а)	механизированные: трудоемкость в чел.-дн. (а)	ручные: объем работ в тыс. руб. (б)	ручные: трудоемкость в чел.-дн. (б)	устройство фундаментов: монолитных: объем работ в тыс. руб. (в)	монолитных: трудоемкость в чел.-дн. (в)	сборных: объем работ в тыс. руб. (г)	сборных: трудоемкость в чел.-дн. (г)	монтаж колонн (сборных железобетонных и металлических): объем работ в тыс. руб. (д)	монтаж колонн: трудоемкость в чел.-дн. (д)	монтаж конструкций междуэтажных перекрытий: объем работ в тыс. руб. (е)	монтаж конструкций междуэтажных перекрытий: трудоемкость в чел.-дн. (е)	прочие работы (ж)

Примечание. Работы, обозначенные буквами а — ж, являются специализированными потоками.

3.9. Годовой план подрядных работ считается удовлетворительным, если он отвечает следующим условиям:

а) потребность в рабочих, оснащенных средствами механизации, на выполнение ведущего процесса в течение планируемого года в каждый момент времени остается постоянной и соответствует имеющимся в строительной организации для этой цели трудовым ресурсам;

б) потребность в рабочих для любых других (неведущих) процессов не превышает заданной величины;

в) сроки ввода в действие объектов не превышают директивных сроков.

3.10. Рекомендуется следующий порядок организационно-технологических расчетов при формировании годового плана работ треста.

Пусть в проекте годового плана подрядных работ имеется n объектов N^i (где $i=1, 2, 3, ..., n$) и m процессов (основных видов работ, специализированных потоков) M_j (где $j=1, 2, 3, ..., m$), выполняемых собственными силами строительной организации или силами субподрядных организаций, производственные мощности которых полностью используются для выполнения работ в данной генподрядной организации. При этом учитываются сложные процессы, продолжительность которых входит слагаемым в общую продолжительность строительства каждого из объектов.

По каждому из объектов проектом годового плана работ определены директивные сроки ввода их в действие $t^i_{\text{дир}}$. Предполагается, что планируемые (директивные) сроки ввода объектов в действие определены как по отдельным объектам, так и по объектам, входящим в состав комплексов (предприятий). Причем при определении $t^i_{\text{дир}}$ для последних учтены условия и требования по их организационной и технологической увязке внутри комплекса.

Тогда условия «а», «б», «в» (см. п. 3.9) запишутся следующим образом:

$$\varphi_{\text{в}}(t) = f_{\text{в}}(t) = \text{const}, \qquad (3.1)$$

где $\varphi_{\text{в}}(t)$ — функция, выражающая потребность в трудовых ресурсах на выполнение ведущего процесса, имеющего наибольший удельный

вес как по объему (трудоемкости) работ, так и по продолжительности его выполнения;

$f_в(t)$ — функция, выражающая (заданное) наличие трудовых ресурсов на выполнение ведущего процесса.

$$[f_j(t) - \varphi_j(t)] \to \min, \tag{3.2}$$

где $f_j(t)$ — функция, выражающая наличие трудовых ресурсов для любого другого вида работ;

$\varphi_j(t)$ — функция, выражающая потребность в трудовых ресурсах для выполнения любого другого вида работ.

$$\text{При условии } t^i \leqslant t^i_{\text{дир}}, \tag{3.3}$$

где t^i — срок окончания строительства объекта по модели плана;

$t^i_{\text{дир}}$ — директивный срок окончания строительства.

Значения функций (3.1), (3.2) определяются следующим образом. Производственная мощность треста в плановом периоде, как правило, постоянна и в основном определяется трудовыми ресурсами (численностью рабочих основных профессий), оснащенными средствами механизации и выполняющими определенные виды работ), т. е.

$$f_в(t) = R^c_в = \text{const};$$

$$f_j(t) = R^c_j = \text{const},$$

где $R^c_в$; R^c_j — общее наличие трудовых ресурсов (число рабочих) соответствующей специальности в тресте.

Из условий функции (3.1) и заданного плана работ принимаем, что

$$\varphi_в(t) = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q^i_в}{T_п} = R_в = \text{const},$$

где $Q^i_в$ — годовой объем работ по ведущему процессу на объекте, выраженный через трудоемкость;

$T_п$ — общий годовой фонд рабочего времени в планируемом году (дни, недели, месяцы и т. д.);

$R_в$ — число единиц трудового ресурса (рабочих звеньев), необходимых для выполнения данной работы суммарно для всех объектов или интенсивность потребления трудовых ресурсов.

При определении $\varphi_j(t)$ исходим из следующих условий:

плановый период делится на элементарные промежутки времени (месяц, неделя, день, смена), на протяжении которых все интенсивности потребления ресурсов r_j^i отдельными работами на каждом из объектов считаются постоянными;

продолжительность каждой работы T_j^i принимается кратной элементарным промежуткам (дням, сменам), т. е. выражается целым числом. В этом случае $\varphi_j(t) = R_j(t)$ и график потребности в ресурсах (интенсивности) по любому виду работ, кроме ведущего $j=$в, относится к числу кусочно-постоянных (ступенчатых) функций, или иначе, изменение необходимой интенсивности потребления ресурсов происходит в моменты, совпадающие с концами элементарных временных промежутков.

Таким образом, условия функций (3.1); (3.2); (3.3) окончательно будут иметь вид:

$$[R_j^c - R_j(t)] \to \min \text{ (целевая функция)}$$

$$\text{при } \left.\begin{array}{l} R_в^c = R_в; \\ t^i \leqslant t_{дир}^i \end{array}\right\} \text{ (ограничения).}$$

В том случае, когда эти условия удовлетворяются, проектируемый план может быть принят.

Если эти условия не удовлетворяются, возможны следующие случаи:

а) при $R_в < R_в^c$;

$$R_j^c - R_j(t) < \Delta R;$$

$$t^i \leqslant t_{дир}^i \quad \text{(где } \Delta R\text{—заданная величина)}$$

ставится вопрос о включении в план подрядных работ дополнительных объектов (объемов работ);

б) при $R_в = R_в^c$;

$$R_j^c - R_j(t) > \Delta R;$$

$$t^i \leqslant t^i_{\text{дир.}};$$

в) при $R_в > R^c_в$;

$$R^c_j - R_j(t) > \Delta R; \quad t^i \geqslant t^i_{\text{дир.}}$$

решается вопрос об исключении из плана или отнесении на следующий за плановым периодом срок некоторых объектов или работ, а также пересмотре сроков ввода в действие тех объектов, для которых $t^i > t^i_{\text{дир}}$. На этой основе разрабатываются предложения по окончательному формированию плана подрядных работ.

3.11. Решение задачи по отысканию удовлетворительного проекта плана работ с учетом условий (целей и ограничений), изложенных в пп. 3.9 и 3.10, практически сводится к построению исходной и впоследствии оптимизированной организационно-технологической модели годового плана работ[1]. Такие модели разрабатываются на основе сетевых, циклограммных или линейных моделей на отдельные объекты (см. приложение 10, примеры 1 и 2). При этом основное внимание уделяется взаимной увязке строительно-монтажных работ (специализированных потоков).

Увязка работ производится в части организационной и технологической последовательности, совмещения, направления развития, методов организации строительных процессов, продолжительности и сроков их выполнения.

3.12. Варианты последовательности процессов определяются возможными перестановками в порядке их выполнения и связаны с составом и размещением видов конструкций в здании и сооружении, а также технологической связью конструктивных элементов между собой.

Во всех случаях при выборе последовательности выполнения процессов по возведению объекта необходимо стремиться к обеспечению удобных условий для непрерывной работы отдельных бригад, открытию широкого фронта для общестроительных работ и работ по монтажу технологического оборудования, максимального совмещения их выполнения.

---

[1] Анализ, корректировка и построение сводного годового календарного плана работ строительной организации по предлагаемым методическим рекомендациям приводятся в приложении 10.

3.13. Взаимоувязка смежных[1] процессов предполагает согласованное их выполнение во времени разными исполнителями (звеньями, бригадами).

Строительно-монтажные процессы могут выполняться параллельно (независимо друг от друга), последовательно и совмещенно (рис. 3.1). Совмещенный метод организации строительных процессов в практике строительства получил широкое развитие. Параллельное и

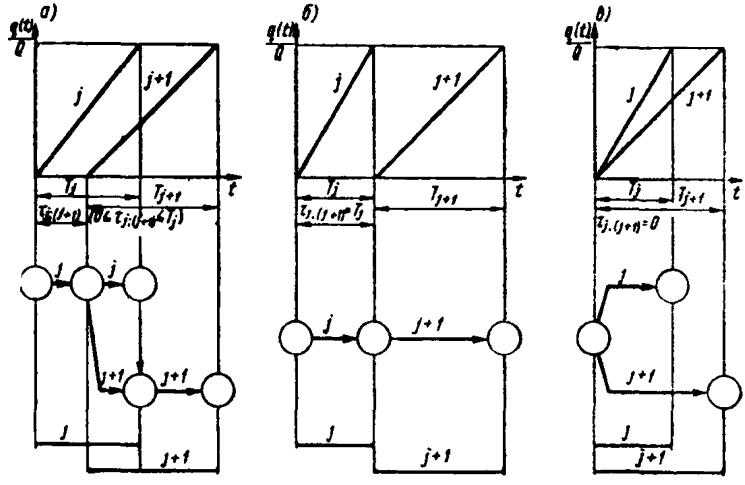


Рис. 3.1. Методы увязки строительных процессов на циклограммной, сетевой и линейной моделях

а — совмещенное; *б* — последовательное; *в* — параллельное выполнение процессов

последовательное выполнение процессов правильнее рассматривать как крайние формы совмещенного (поточного) выполнения. Действительно, если постепенно уменьшить период T_j—$\tau_{j,(j+1)}$, в течение которого смежные процессы выполняются одновременно (рис. 3.1, *а*), т. е. увеличивать организационный перерыв $\tau_{j,(j+1)}$, то в конечном итоге получится чистая последовательность (рис. 3.1, *б*). Если же этот период постепенно увеличивать (т. е. уменьшать организационный перерыв), то получится параллельное выполнение процессов (рис. 3.1, *в*).

[1] Под смежными процессами в дальнейшем будем понимать организационно-связанные процессы, имеющие общую рабочую зону.

3.14. Последовательное выполнение двух смежных процессов, когда начало последующей работы возможно после полного окончания предшествующей, имеет место в особых случаях. Такой метод увязки процессов, как правило, диктуется конструкцией здания, отсутствием достаточного фронта работ или выполнением предыдущей и последующей работы одними и теми же исполнителями.

Уравнение связи двух смежных процессов, выполняемых последовательно, можно записать следующим образом (рис. 3.1, *б*):

$$t^{н}_{j+1} = t^{н}_{j} + T_j \quad \text{или} \quad \tau_{j;\,(j+1)} = T_j, \tag{3.4}$$

где $t^{н}_{j}$; $t^{н}_{j+1}$ — соответственно моменты времени начала j-го и $(j+1)$-го процессов;

T_j — продолжительность j-го процесса;

$\tau_{j;(j+1)}$ — величина организационного перерыва между началами j-го и $(j+1)$-го процессов.

3.15. Взаимоувязка смежных процессов при совмещенном их выполнении производится двумя различными методами в зависимости от характера образования рабочих зон (фронта работ).

Увязка процессов первым методом осуществляется в том случае, когда рабочая зона каждого последующего процесса непосредственно образуется продукцией предшествующего[1], а фронтом работ является законченный конструктивный элемент или его часть. Иначе говоря, между конструкциями в этом случае существует непосредственная технологическая связь, а образование рабочих зон (фронта работ) связано с условиями последовательного возникновения отдельных конструкций или их частей.

Основное условие увязки процессов первым методом состоит в том, что размеры захваток могут приниматься в широких пределах, от размеров рабочей зоны на единицу (звено) исполнителей до размеров полного фронта работ по процессу, т. е. по всему объекту.

Увязка процессов вторым методом производится в том случае, когда рабочая зона процесса образуется в результате выполнения одного или нескольких пред-

[1] Такие процессы называются организационно-связанными или смежными.

шествующих процессов, продукция которых не является непосредственным фронтом работ. Рабочая зона (фронт работ) образуется в этом случае определенным строительным объемом и связана с условиями последователь-

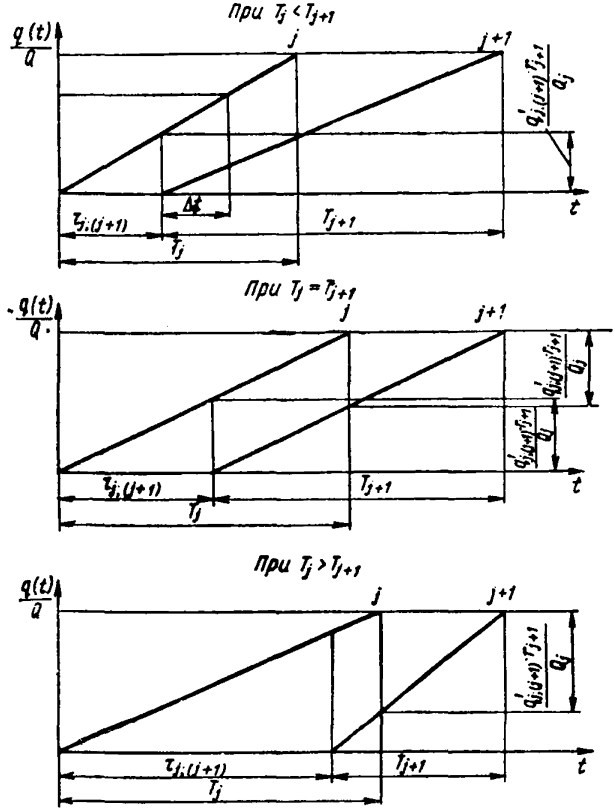


Рис. 3.2. Совмещенное выполнение процессов (первый метод увязки)

ного возникновения частей или всего здания (сооружения). Условие увязки процессов вторым методом состоит в том, что размеры захваток ограничиваются требованиями по готовности определенных частей (участков) здания в зависимости от принятых организационных решений по производству работ, например выполнение

отделочных работ на подготовленном участке, монтаж технологического оборудования с пуском системы отопления по частям здания (сооружения) и т. п.

Под рабочей зоной (фронтом работ) во всех случаях понимается участок здания (сооружения), определяющий пространственные, временные и технологические возможности для размещения и производительной работы в течение установленного промежутка времени принятого числа исполнителей.

Рассмотрим условия увязки первым методом двух организационно-связанных (смежных) строительных процессов (рис. 3.2).

Пусть имеется два смежных нерасчлененных (простых) процесса (частных потока) с номерами j и $(j+1)$, выполняемых совмещенно. Обозначим через Q_j; Q_{j+1} потребную трудоемкость или объемы работ по каждому из них, через r_j^* и r_{j+1} соответственно число исполнителей (интенсивность потребления трудовых или машинных ресурсов) на выполнение каждого процесса. Требуется найти величину организационного перерыва между началами каждого из процессов [или время, в течение которого по j-му процессу образуется фронт работ для $(j+1)$-го процесса], обозначаемую через $\tau_{j;\,(j+1)}$, после которого процесс $j+1$ мог бы выполняться при заданном числе исполнителей r_j и r_{j+1} и заданной трудоемкости выполнения каждого из процессов Q_j и Q_{j+1} непрерывно, с необходимым и достаточным фронтом работ в каждый момент времени.

Введем величину $q'_{j;\,(j+1)}$, характеризующую фронт работ (размер делянки), выраженный через трудоемкость, машиноемкость (или объем работ) j-го процесса и потребный для одного исполнителя (звена, бригады, машины) $(j+1)$-го процесса. Назовем эту величину организационно-технологическим модулем **.

---

* r_j — число исполнителей по j-му процессу из общего принятого их числа, которое занято подготовкой фронта работ для всех принятых исполнителей $(j+1)$-го процесса r_{j+1}.

** В связи с тем что рабочая зона и фронт работ для исполнителей $(j+1)$-го процесса (потока) образуются законченной продукцией организационно-связанного с ним (смежного) j-го процесса (потока), под размером «фронта», определяющим величину организационно-технологического модуля, будем понимать объем работ по производству законченной продукции (в единицах ресурсы × время, например, чел.-дн.) j-м процессом, заключенной в рабочей зоне, не-

Например, $q'_{j;(j+1)}=10\ \frac{\text{чел.}^1\text{-дн.}}{\text{чел.}^2}$ означает, что для того, чтобы обеспечить фронт работ для одного рабочего (или звена) 2-й профессии (выполняющего 2-й процесс), по первому процессу необходимо выполнить объем работ с трудоемкостью 10 чел.-дн., что составляет, например, 10 *м* отрытой траншеи и т. д.

Тогда за время $\tau_{j;(j+1)}$ по j-му процессу будет выполнен объем работ с трудоемкостью $r_j\tau_{j;(j+1)}$, а по $(j+1)$-му процессу — 0. За время Δt по j-му процессу будет выполнен объем работ с трудоемкостью $r_j\Delta t$, а по $(j+1)$-му процессу $r_{j+1}\Delta t$. Через время Δt, таким образом, фронт работ по j-му процессу, выраженный через трудоемкость j-го процесса для $(j+1)$-го процесса, будет равен:

$$r_j\,\tau_{j;(j+1)}+r_j\,\Delta t-r_{(j+1)}\,\Delta t\,\frac{Q_j}{Q_{j+1}},$$

где $r_{(j+1)}\,\Delta t\,\frac{Q_j}{Q_{j+1}}$ — величина, выраженная через трудоемкость j-го процесса, на которую за время Δt фронт работ по j-му процессу уменьшился за счет того, что $(j+1)$-й процесс начал выполняться.

Таким образом, для всех Δt при $0\leqslant\Delta t\leqslant T_j-\tau_{j;(j+1)}$ должно быть выполнено неравенство

$$r_j\,\tau_{j;(j+1)}+r_j\,\Delta t-r_{j+1}\,\Delta t\,\frac{Q_j}{Q_{j+1}}\geqslant$$
$$\geqslant q'_{j;(j+1)}\,r_{j+1}. \qquad (3.5)$$

Преобразуя это неравенство, получим

$$\tau_{j;(j+1)}\geqslant q'_{j;(j+1)}\,\frac{r_{j+1}}{r_j}-$$
$$-\Delta t\left(1-\frac{r_{j+1}}{r_j}\cdot\frac{Q_j}{Q_{j+1}}\right). \qquad (3.6)$$

обходимой и достаточной для размещения в ней материалов, оборудования, приспособлений и др. и беспрепятственности трудовых движений рабочих одного звена $(j+1)$-го процесса. Фронт работ в такой рабочей зоне должен быть не менее чем на одну смену.

Исследуя это неравенство, получим:

если $\left(1-\frac{r_{j+1}}{r_j}\cdot\frac{Q_j}{Q_{j+1}}\right)>0$, или, что то же самое,

$$\frac{Q_{j+1}}{r_{j+1}}>\frac{Q_j}{r_j},$$

то неравенство (3.6) начнет выполняться при условии

$$\tau_{i;\,(j+1)}=\frac{q'_{i;\,(j+1)}\,r_{j+1}}{r_j},\ \text{т. е. при } \Delta t=0;$$

если $\left(1-\frac{r_{j+1}}{r_j}\cdot\frac{Q_j}{Q_{j+1}}\right)<0$, т. е. $\frac{Q_{j+1}}{r_{j+1}}<\frac{Q_j}{r_j}$,

то неравенство (3.6) начнет выполняться при условии

$$\tau_{i;\,(j+1)}=\frac{q'_{i;\,(j+1)}\,Q_{j+1}}{Q_j}+\frac{Q_j}{r_j}-\frac{Q_{j+1}}{r_{j+1}},$$

т. е. при $\Delta t=T_j-\tau_{i;\,(j+1)}$.

Так как $\frac{Q_j}{r_j}=T_j$ (продолжительность процесса), а $\frac{Q_{j+1}}{r_{j+1}}=T_{j+1}$, условие увязки двух процессов для случая, когда фронт работ не простаивает, можно записать уравнениями связи, которые определяют величину минимального организационного перерыва (готовность захватки) между двумя смежными процессами:

$$\tau_{i;\,(j+1)}=\frac{q'_{i;\,(j+1)}\,r_{j+1}}{r_j},\ \text{когда } T_j<T_{j+1};\qquad (3.7)$$

$$\tau_{i;\,(j+1)}=\frac{q'_{i;\,(j+1)}Q_{j+1}}{Q_j}+T_j-T_{j+1},\ \text{когда } T_j>T_{j+1}.\qquad (3.8)$$

3.16. Условие увязки процессов вторым методом (рис. 3.3) записывается следующим уравнением связи:

$$\tau_{l;\,(j+1)}=\max\left(\sum_{\gamma=1}^{\eta}\frac{Q_j^{\gamma}}{r_j}-\sum_{\gamma=1}^{\eta-1}\frac{Q_{j+1}^{\gamma}}{r_{j+1}}\right)=$$

$$=\max\left(\sum_{\gamma=1}^{\eta}T_j^{\gamma}-\sum_{\gamma=1}^{\eta-1}T_{j+1}^{\gamma}\right)\text{при всех } 1\leqslant\eta\leqslant l\qquad (3.9)$$

(где l — количество участков L^{γ}, $\gamma=1, 2, 3, \ldots, l$).

При этом условии $(j+1)$-й процесс может выполняться непрерывно на фронте j-го процесса, а простой участков будет минимально возможным.

В этом случае параметры (продолжительность, трудоемкость, интенсивность потребления ресурсов) связаны следующими соотношениями:

$$T_j = \sum_{\gamma=1}^{l} T_j^{\gamma};\ T_{j+1} = \sum_{\gamma=1}^{l} T_{j+1}^{\gamma};$$

$$Q_j = \sum_{\gamma=1}^{l} Q_j^{\gamma};\ Q_{j+1} = \sum_{\gamma=1}^{l} Q_{j+1}^{\gamma};$$

$$T_j^{\gamma} = \frac{Q_j^{\gamma}}{r_j};$$

$$T_{j+1}^{\gamma} = \frac{Q_{j+1}^{\gamma}}{r_{j+1}}.$$

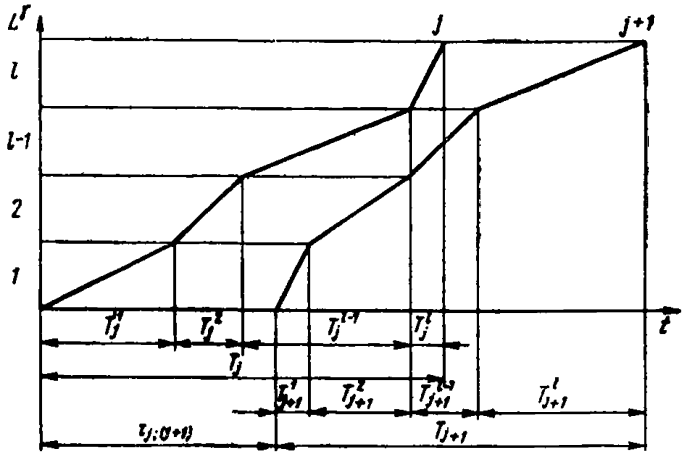


Рис. 3.3. Совмещенное выполнение процессов (второй метод увязки)

3.17. Продолжительность выполнения отдельного строительного процесса зависит от многих факторов: количества рабочих, машин и механизмов, состояния погоды и др. Количественные характеристики некоторых из них могут быть установлены и приняты из числа возможных. Такие факторы называются ресурсами типа мощностей [1].

[1] Ресурсы типа мощностей называют также возобновляемыми ресурсами, так как они не изменяются в процессе их использования.

Потребность в возобновляемых ресурсах в данный момент времени характеризуется интенсивностью их потребления и выражается количеством используемых одновременно единиц ресурса (рабочих, машин и механизмов и др.).

Интенсивность потребления ресурсов является основным организационно-технологическим параметром возведения зданий и сооружений, определяющим развитие строительных процессов во времени и продолжительность строительства объекта в целом.

Характер потребления ресурсов отдельными процессами может быть различным:

а) интенсивность потребления ресурсов данным процессом постоянна. В этом случае продолжительность, объем работ и интенсивность потребления ресурсов процессом связаны отношением

$$T = \frac{Q}{r}, \tag{3.10}$$

где T — продолжительность процесса;

Q — объем работ, выраженный в чел.-дн. или маш.-см;

r — интенсивность потребления ресурсов процессом;

б) интенсивность потребления ресурсов процессом может быть переменной $r(t)$ и задана ступенчатой (кусочно-линейной) функцией

$$r(t) = \sum_{i=1}^{k} r_{i-1}\Theta_{t_{i-1};\, t_i}(t)$$

при $\Theta_{t_{i-1};\, t_i} = 1$, если $t_{i-1} \leqslant t \leqslant t_i$ и $\Theta_{t_{i-1};\, t_i} = 0$,

если $t > t_i$; $t < t_{i-1}$,

где t_i — моменты времени изменения интенсивности потребления ресурсов.

Объем работ, продолжительность и интенсивность потребления ресурсов процессом связаны при этом зависимостью

$$T = \frac{Q - \sum_{i=1}^{k} r_i \Delta t_i}{r_{(k+1)}} + t_k$$

при $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$,

где t_k — момент времени окончания процесса.

В обоих случаях значения r могут приниматься в интервале

$$r^{\min} \leqslant r \leqslant r^{\max},$$

где $r^{\min}$, $r^{\max}$ — соответственно минимально и максимально допустимые (технологически) интенсивности потребления ресурсов.

3.18. Основная задача, которая возникает при построении организационно-технологических моделей строительного производства, состоит во взаимной увязке отдельных строительных процессов с сопоставлением всех возможных вариантов как при возведении отдельных объектов, так и производстве основных видов работ, выполняемых сквозными специализированными потоками при строительстве зданий и сооружений различного назначения.

Ниже приводится методика взаимной увязки строительных процессов, разработанная с учетом условий, рассмотренных в пп. 3.11—3.17.

Первый метод увязки строительных процессов. Этот метод применяется, когда размеры захватки при выполнении каждого j-го процесса могут изменяться от размеров одной делянки, т. е. рабочей зоны с фронтом работ на минимальное число исполнителей (наименьшую группу рабочих, необходимых и достаточных для выполнения простого строительного процесса, — звено), до размеров совокупности рабочих зон на звено (делянок) с полным фронтом работ по всему процессу, т. е.

$$q_j \leqslant q_j k_j \leqslant Q_j$$

$$\text{или } 1 \leqslant k_j \leqslant \frac{Q_j}{q_j}, \qquad (3.11)$$

где q_j; Q_j — соответственно трудоемкость работ по производству продукции j-го процесса, содержащейся в рабочей зоне на одно звено и в рабочей зоне в целом по всему процессу;

k_j — принятое количество звеньев или число одновременно занятых делянок.

В связи с тем, что рабочая зона и фронт работ последующего $(j+1)$-го процесса образуются законченной продукцией организационно-связанного с ним (смежно-

го) j-го процесса, размеры захватки для $(j+1)$-го процесса, выраженные через показатели j-го процесса, будут изменяться в пределах:

$$q_{j;(j+1)} \leqslant q_{j;(+1)} k_{j+1} \leqslant Q_j$$

$$\text{или} \quad 1 \leqslant k_{j+1} \leqslant \frac{Q_j}{q_{j;(j+1)}}, \tag{3.12}$$

где $q_{j;\,(j+1)}$ — организационно-технологический модуль смежных процессов j и $(j+1)$, выраженный через трудоемкость работ j-го процесса на s его делянках, образующих рабочую зону (одну делянку) с необходимым и достаточным фронтом работ для одного звена исполнителей $(j+1)$-го процесса;

k_{j+1} — принятое число звеньев или количество одновременно занятых делянок.

Величина $q_{j;(j+1)}$ выражает, таким образом, соотношение размеров рабочих зон звена (делянок) или величин фронта работ, необходимых и достаточных для работы одного звена исполнителей по j-му и $(j+1)$-му процессу, т. е.

$$q_{j;(j+1)} = sq_j \text{ или } f_{j+1} = sf_j, \tag{3.13}$$

где s — число делянок по j-му процессу, образующих одну делянку по $(j+1)$-му процессу или соотношение фронтов работ в рабочих зонах звеньев (на делянках) f_{j+1}; f_j по $(f+1)$-му и j-му процессам, выраженных в сопоставимых измерителях (физических объемах, геометрических размерах и т. д.) и устанавливаемых для каждой пары смежных процессов.

Таким образом, максимальное и минимальное количество звеньев (или число одновременно занятых делянок), которое возможно принять для выполнения процесса, определится из выражений (3.11) и (3.12):

$$\left.\begin{aligned} &k_j^{\max} = \frac{Q_j}{q_j}; \quad k_{j+1}^{\max} = \frac{Q_{j+1}}{q_{j+1}} = \frac{Q_j}{q_{j;(j+1)}}; \\ &k_j^{\min} = 1; \quad k_{j+1}^{\min} = 1, \end{aligned}\right\} \tag{3.14}$$

а максимальное и минимальное число рабочих:

$$\left.\begin{aligned} &r_j^{\max} = k_j^{\max} r_j^{зв};\ r_j = k_j r_j^{зв} = r_j^{зв};\\ &r_{j+1}^{\max} = k_{j+1}^{\max} r_{j+1}^{зв};\\ &r_{j+1} = k_{j+1} r_{j+1}^{зв} = r_{j+1}^{зв}, \end{aligned}\right\} \qquad (3.15)$$

где $r_j^{зв}$; $r_{j+1}^{зв}$ — число рабочих в звене.

Для того чтобы принятое количество звеньев рабочих было обеспечено фронтом работ до полного окончания процесса, из установленного ряда целых чисел от $k_j^{\min}$ до $k_j^{\max}$ (от $k_{j+1}^{\min}$ до $k_{j+1}^{\max}$) выбираются такие k_j и k_{j+1}, для которых отношения

$$l_j = \frac{k_j^{\max}}{k_j};\quad l_{j+1} = \frac{k_{j+1}^{\max}}{k_{j+1}} \qquad (3.16)$$

были бы целыми числами, т. е. чтобы число захваток, размеры которых определяются выражениями (3.11), (3.12), было целым числом (где l_j; l_{j+1} — число принятых захваток).

Иначе говоря, минимальное число исполнителей равно наименьшей группе рабочих, необходимых и достаточных для выполнения простого строительного процесса (одному звену), а максимальное, которое одновременно можно принять для выполнения процесса, — размеру полной рабочей зоны по всему процессу, деленному на размер рабочей зоны одного звена (делянки). Промежуточное между $k_j^{\min}$ и $k_j^{\max}$ число исполнителей (количество звеньев k_j) устанавливается таким образом, чтобы число захваток было целым в соответствии с условием формулы (3.16).

С учетом приведенной методики определения набора допустимых значений интенсивности потребления ресурсов (числа исполнителей), при которых сохраняется строительный поток, формула (3.7) запишется следующим образом:
при $T_j \leqslant T_{j+1}$

$$\tau_{j;(j+1)} = \frac{q_{j;(j+1)} k_{j+1}}{k_j r_j^{зв}} = \frac{q'_{j;(j+1)} r_{j+1}^{зв} k_{j+1}}{k_j r_j^{зв}}, \qquad (3.17)$$

когда $k_j \leqslant k_{j+1} s$,

и $$\tau_{j;(j+1)} = \frac{q_{j;(j+1)} k_{j+1}}{k_{j+1} s r_j^{зв}} = \frac{q_{j;(j+1)}}{s r_j^{зв}} = \frac{q'_{j;(j+1)} r_{j+1}^{зв}}{s r_j^{зв}}, \quad (3.18)$$

когда $k_j \geqslant k_{j+1} s$,

где $q'_{j;(j+1)}$ — величина организационно-технологического модуля j-го и $(j+1)$-го смежных процессов, отнесенная к одному исполнителю в составе звена $(j+1)$-го процесса.

Формула (3.8) примет вид:

при $T_j \geqslant T_{j+1}$

$$\tau_{j;(j+1)} = \frac{q_{j;(j+1)} Q_{j+1}}{Q_j r_{j+1}^{зв}} + T_j - T_{j+1} =$$

$$= \frac{q'_{j;(j+1)} Q_{j+1}}{Q_j} + T_j - T_{j+1}. \quad (3.19)$$

Продолжительность выполнения процессов определяется по формулам

$$T_j = \frac{Q_j}{k_j r_j^{зв}}; \quad T_{j+1} = \frac{Q_{j+1}}{k_{j+1} r_{j+1}^{зв}}. \quad (3.20)$$

Пример увязки смежных процессов первым методом

Рассматриваются три процесса (потока): первый — разработка котлованов для фундаментов; второй — монтаж сборных железобетонных фундаментов; третий — монтаж сборных железобетонных колонн, выполняемые при строительстве одноэтажного промышленного здания с сеткой колонн 12×18, размером в плане 144×72 *м*, состоящего из двух унифицированных типовых секций 72×72 *м*, высотой до низа ферм 7,2 *м*.

Требуется определить условия увязки заданных процессов таким образом, чтобы они производились непрерывно с необходимым и достаточным в каждый момент времени фронтом работ для принятого числа исполнителей по каждому из процессов, а также определить те наборы значений интенсивности потребления ресурсов (чисел звеньев), которые возможно применить для выполнения каждого из процессов, не нарушая режима строительного потока.

1. Определяются физические объемы работ и затраты труда на их выполнение:

объем котлована $v_к = 15{,}7$ $м^3$ (котлованы разрабатываются в грунте III категории, без креплений с откосом 1 : 0,5);

затраты труда на разработку всех котлованов

$$Q_1 = \frac{6{,}2 \cdot 15{,}7 \cdot 65}{8 \cdot 100} = 7{,}9 \text{ чел.-см.},$$

где 6,2— норма времени в чел.-час. на 100 $м^3$ разработанного грунта для экскаватора Э-302 (принимается по соответствующему сборнику ЕНиР);

8— число рабочих часов в смене.

Фундамент состоит из двух сборных железобетонных элементов весом 2,2 и 2,4 *т*, следовательно, общее число устанавливаемых элементов составит: $2 \times 65 = 130$ шт.;

затраты труда на монтаж всех фундаментов

$$Q_2 = \frac{1{,}41 \cdot 130}{8} = 23 \text{ чел.-см.},$$

где 1,41— норма времени на один элемент в чел.-час. (принимается по соответствующему сборнику ЕНиР);

затраты труда на монтаж колонн весом до 6 *т* в количестве 65 шт. составят:

$$Q_3 = \frac{5{,}85 \cdot 65}{8} = 47{,}6 \text{ чел.-см.},$$

где 5,85— норма времени на одну колонну в чел.-час. (принимается по соответствующему сборнику ЕНиР).

2. Устанавливаются методы производства работ по каждому из процессов.

В примере принято, что разработка котлованов производится экскаватором Э-302 емкостью ковша 0,3 $м^3$, монтаж фундаментов — автомобильным краном грузоподъемностью до 5 *т*, монтаж колонн — краном на пневматическом ходу грузоподъемностью до 6 *т*. Работы выполняются последовательно от ячейки к ячейке здания.

3. Устанавливается в соответствии с принятыми методами производства работ и по соответствующему сборнику ЕНиР состав звена исполнителей по каждому процессу:

$$r_1^{зв} = 1 \text{ чел.}; \; r_2^{зв} = 3 \text{ чел.}; \; r_3^{зв} = 5 \text{ чел.}$$

4. Определяется размер рабочей зоны с необходимым и достаточным фронтом работ (не менее чем на рабочую смену) f_1 для одного звена исполнителей по первому процессу — разработке котлованов.

Размер рабочей зоны [1] определится величиной сменного фронта работ, который составит:

$$f_1 = \frac{1n}{Q_1} = \frac{1 \cdot 65}{7{,}9} = 8 \text{ мест (котлованов), т. е. 3 ячейки здания,}$$

где n — общее число фундаментов.

Затраты труда на отрывку 8 котлованов составят

$$q_1 = \frac{6{,}2 \cdot 15{,}7 \cdot 8}{8 \cdot 100} = 1 \text{ чел.-см.}$$

5. Определяется размер рабочей зоны с фронтом работ f_2 на звено исполнителей по второму процессу — монтажу фундаментов.

При определении f_2 необходимо выполнить следующие условия [2].

Продолжительность работы звена на делянке $T_2^{зв}$ на фронте f_2 должна быть не менее смены, т. е.

$$T_2^{зв.} = \frac{q_2}{r_2^{зв}} \geqslant 1 \text{ смены.}$$

где q_2 — трудоемкость работ на фронте f_2.

Размер рабочей зоны, включающей фронт работ f_2, должен быть достаточным для размещения звена $r_2^{зв}$ со всеми необходимыми механизмами, приспособлениями, временными устройствами и т. д.

По условиям формулы (3.13) отношение f_2 и f_1, выраженных в единых единицах измерения [3], должно быть целым или обратным целому числом, т. е. $\frac{f_2}{f_1} = s$, где s — целое число при $f_2 > f_1$ и число, обратное целому, при $f_2 < f_1$.

---

[1] В данном случае понимается площадь здания, на которой организуются работы по отрывке 8 котлованов, которая вполне достаточна по своим пространственным возможностям для размещения звена r_1 принятого состава.

[2] При определении размеров делянки следует также учитывать общую схему производства работ по объекту (возможные маршруты движения кранов и пр.).

[3] Число мест, где выполняются конструкции.

Примем исходя из этих условий $f_2=8$ мест (фундаментов), т. е. 3 ячейки здания, тогда:

$$q_2=\frac{1{,}41\cdot 2\cdot 8}{8}=3 \text{ чел.-см., а } T_2^{зв}=\frac{q_2}{r_2^{зв}}=\frac{3}{3}=1 \text{ см.}$$

Размер рабочей зоны, включающей 8 фундаментов, вполне обеспечивает размещение звена $r_2^{зв}$ с принятым автомобильным краном, складирование конструкций и решение других вопросов, связанных с организацией монтажа фундаментов (рабочего места).

Отношение $s=\frac{f_2}{f_1}=\frac{8}{8}=1$, т. е. величина целая.

6. Определяется величина организационно-технологического модуля первого и второго процессов по формуле (3.13):

$$q_{1;2}=sq_1=1\cdot 1=1\ \frac{\text{чел.-см.}}{\text{звено}};$$

$$q'_{1;2}=\frac{q_{1;2}}{r_2^{зв}}=0{,}33\ \frac{\text{чел.-см.}}{\text{чел.}}.$$

7. Определяется размер рабочей зоны с фронтом работ f_3 на звено исполнителей по третьему процессу — монтажу колонн.

Исходя из условий подпункта 5 принимаем $f_3=16$ мест (колонн), т. е. 7 ячеек здания, тогда:

$$q_3=\frac{5{,}85\cdot 16}{8}=11{,}7 \text{ чел.-см.;}$$

$$T_3^{зв}=\frac{11{,}7}{5}>1 \text{ см.}$$

Размер рабочей зоны, включающий 16 колонн, достаточен для организации работ по монтажу колонн звеном $r_3^{зв}=5$ чел., оснащенных монтажным краном:

$$s=\frac{f_3}{f_2}=\frac{16}{8}=2.$$

8. Определяются величины $q_{2,3}$ и $q'_{2,3}$:

$$q_{2;3}=sq_2=2\cdot 3{,}0=6{,}0\ \frac{\text{чел.-см.}}{\text{звено}};$$

$$q'_{2;3}=\frac{q_{2;3}}{r_3^{зв}}=\frac{6}{5}=1{,}2\ \frac{\text{чел.-см.}}{\text{чел.}}.$$

9. Определяются для каждого из процессов $k_j^{\min}$; $k_j^{\max}$ и ряд чисел k_j между $k_j^{\min}$ и $k_j^{\max}$, для которых сохраняется поток (т. е. отношение $\frac{k_j^{\max}}{k_j}$ является целым числом), или то возможное количество звеньев и, следовательно, число делянок в работе, которое можно принять при выполнении каждого из процессов (это число определяет также размеры и число захваток по каждому из процессов).

а) Для первого процесса принимаем:

$$k_1^{\min} = 1;\ k_1^{\max} = \frac{Q_1}{q_1} = \frac{7{,}9}{1} \approx 8.$$

Таким образом, для выполнения первого процесса возможно принять 1, 2, 4, 8 звеньев, так как отношения $\frac{k_1^{\max}}{k_1} = \left(\frac{8}{1}; \frac{8}{2}; \frac{8}{4}; \frac{8}{8}\right)$ — целые числа и, следовательно, размеры захваток можно соответственно принять равными размерам 1, 2, 4 и 8 делянок.

б) Для второго процесса принимаем:

$$k_2^{\min} = 1;$$

$$k_2^{\max} = \frac{Q_2}{q_2} = \frac{23}{3} \approx 8,$$

а возможный набор k_2 также составляет ряд 1, 2, 4, 8.

в) Для третьего процесса принимаем:

$$k_3^{\min} = 1;$$

$$k_3^{\max} = \frac{Q_3}{q_3} = \frac{47{,}6}{11{,}7} \approx 4,$$

а возможное для выполнения процесса количество звеньев составит 1, 2, 4.

После принятия решений о распределении ресурсов в целом по строительной организации определяется число звеньев (рабочих) для выполнения рассматриваемых процессов в пределах установленных наборов и производится окончательная увязка процессов, которая состоит в определении продолжительности их выполнения по формуле (3.20) и величины организационного перерыва между началами каждой пары смежных процессов по формулам (3.17)—(3.19).

Примем в примере число звеньев для выполнения первого процесса $k_1=1$, второго $k_2=2$ и третьего $k_3=1$, тогда продолжительность выполнения процессов будет равна:

$$T_1=\frac{Q_1}{k_1 r_1^{зв}}=\frac{7{,}9}{1\cdot 1}=7{,}9 \text{ см.};$$

$$T_2=\frac{Q_2}{k_2 r_2^{зв}}=\frac{23}{2\cdot 3}=3{,}8 \text{ см.};$$

$$T_3=\frac{Q_3}{k_3 r_3^{зв}}=\frac{47{,}6}{1\cdot 5}=9{,}5 \text{ см.}$$

Найдем $\tau_{1;2}$ и $\tau_{2;3}$.

Так как $T_1>T_2$, $\tau_{1,2}$ определим по формуле (3.19):

$$\tau_{1;2}=\frac{q_{1;2}Q_2}{Q_1 r_2^{зв}}+T_1-T_2=\frac{1\cdot 23}{7{,}9\cdot 3}-7{,}9-3{,}8=5 \text{ см.}$$

или $\tau_{1;2}=\frac{q'_{1;2}Q_2}{Q_1}+T_1-T_2=\frac{0{,}33\cdot 23}{7{,}9}+7{,}9-3{,}8=5$ см.

$\tau_{2;3}$ определим по формуле (3.17) или (3.18), так как $T_2<T_3$, а $k_2=sk_3(2=2\cdot 1)$:

$$\tau_{2;3}=\frac{q_{2;3}k_3}{k_2 r_2^{зв}}=\frac{6\cdot 1}{2\cdot 3}=1 \text{ см.}$$

или

$$\tau_{2;3}=\frac{q'_{2;3}r_3^{зв}k_3}{k_2 r_2^{зв}}=\frac{1{,}2\cdot 5\cdot 1}{2\cdot 3}=1 \text{ см.}$$

Схема увязки трех процессов для принятого числа исполнителей показана на рис. 3.4 (рис. 3.4,*а* — на циклограмме, рис. 3.4,*б* — на сетевой модели, рис. 3.4,*в* — на линейной модели).

Общая продолжительность выполнения трех процессов определится по формуле

$$T_{1;3}=\tau_{1;2}+\tau_{2;3}+T_3=5+1+9{,}5=15{,}5 \text{ см.}$$

Второй метод увязки строительных процессов. В связи с тем, что выполнение $(j+1)$-го процесса по указан-

ным выше соображениям недопустимо либо до полного окончания работ j-го процесса, либо до их окончания на отдельных участках здания, на которых $(j+1)$-й процесс, например отделочные работы или монтаж технологического оборудования, может выполняться не сразу после того, как для этого образуется фронт работ,

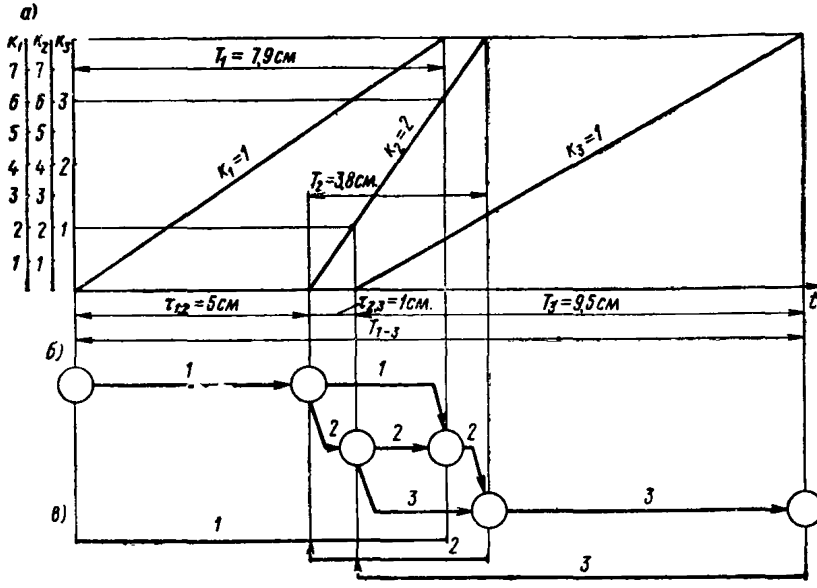


Рис. 3.4. Схема увязки процессов

а только после того, как будет подготовлена под сдачу для их выполнения определенная (например, отепленная) часть здания, величина организационного перерыва определяется по формуле (3.9).

Минимальное и максимальное число исполнителей на выполнение процессов (интенсивность потребления ресурсов) определяется по формулам:

для последовательного выполнения двух процессов (п. 3.14):

$$r_j^{\min} = k_j^{\min} r_j^{зв};\ r_j^{\max} = k_j^{\max} r_j^{зв};$$

$$r_{j+1}^{\min} = k_{j+1}^{\min} r_{j+1}^{зв};\ r_{j+1}^{\max} = k_{j+1}^{\max} r_{j+1}^{зв},$$

а числа звеньев k_j и k_{j+1} принимаются таким образом, чтобы отношение $\frac{k_j^{\max}}{k_j}$; $\frac{k_{j+1}^{\max}}{k_{j+1}}$ было целым числом при

$$k_j^{\min} \leqslant k_j \leqslant k_j^{\max} \text{ и } k_{j+1}^{\min} \leqslant k_{j+1} \leqslant k_{j+1}^{\max},$$

где $k_j^{\max} = \frac{Q_j}{q_j}$; $k_{j+1}^{\max} = \frac{Q_{j+1}}{q_{j+1}}$;

для совмещенного выполнения двух процессов (п. 3.16):

$$r_j^{\min} = k_j^{\min} r_j^{\text{зв}}; \quad r_j^{\max} = k_j^{\max} r_j^{\text{зв}}; \quad k_j^{\max} = \frac{Q_j^{\gamma}}{q_j};$$

$$r_{j+1}^{\min} = k_{j+1}^{\min} r_{j+1}^{\text{зв}}; \quad r_{j+1}^{\max} = k_{j+1}^{\max} r_{j+1}^{\text{зв}}; \quad k_{j+1}^{\max} = \frac{Q_{j+1}^{\gamma}}{q_{j+1}},$$

где γ — номер участка с наименьшим объемом (фронтом) работ;

при $k_j^{\min} \leqslant k_j \leqslant k_j^{\max}$ $\left(k_{j+1}^{\min} \leqslant k_{j+1} \leqslant k_{j+1}^{\max}\right)$,

где k_j (k_{j+1}) — принимается таким образом, чтобы отношение $\frac{k_j^{\max\gamma}}{k_j}\left(\frac{k_{j+1}^{\max}}{k_{j+1}}\right)$ было целым числом для всех $1 \leqslant \gamma \leqslant l$, а формула (3.9) примет окончательный вид:

$$\tau_{j;(j+1)} = \max\left(\sum_{\gamma=1}^{\eta} \frac{Q_j^{\gamma}}{k_j r_j^{\text{зв}}} - \sum_{\gamma=1}^{\eta-1} \frac{Q_{j+1}^{\gamma}}{k_{j+1} r_{j+1}^{\text{зв}}}\right) =$$

$$= \max\left(\sum_{\gamma=1}^{\eta} T_j - \sum_{\gamma=1}^{\eta-1} T_{j+1}\right) \qquad (3.21)$$

при всех $1 \leqslant \eta \leqslant l$,

где $T_j = \sum_{\gamma=1}^{l} T_j^{\gamma} = \frac{\sum_{\gamma=1}^{l} Q_j^{\gamma}}{k_j r_j^{\text{зв}}} = \frac{Q_j}{k_j r_j^{\text{зв}}}$;

$T_{j+1} = \sum_{\gamma=1}^{l} T_{j+1}^{\gamma} = \frac{\sum_{\gamma=1}^{l} Q_{j+1}^{\gamma}}{k_{j+1} r_{j+1}^{\text{зв}}} = \frac{Q_{j+1}}{k_{j+1} r_{j+1}^{\text{зв}}}$ при $1 \leqslant \gamma \leqslant l$.

Пример увязки смежных процессов вторым методом

Рассматриваются два смежных процесса (потока): первый — монтаж технологического оборудования и второй — отделочные работы. В связи с тем, что работы производятся в зимнее время, здание разбито на три участка, которые последовательно подготавливаются (с пуском системы отопления на каждом из них) для выполнения работ по монтажу технологического оборудования, а затем отделочных работ. Требуется произвести увязку этих процессов, определив величину организационного перерыва $\tau_{1;2}$, а также установить, какое количество исполнителей может быть для каждого из процессов.

Затраты труда на монтаж технологического оборудования составляют $Q_1 = 120$ чел.-см., в том числе на первом участке $Q_1' = 60$ чел.-см., на втором участке $Q_1^2 = 36$ чел.-см., на третьем $Q_1^3 = 24$ чел.-см. Затраты труда на производство отделочных работ составляют $Q_2^1 = 72$ чел.-см., $Q_2^2 = 108$ чел.-см., $Q_2^3 = 108$ чел.-см., а $Q_2 = 288$ чел.-см.

Установив методы производства работ и определив размеры рабочих зон на звено исполнителей (см. предыдущий пример), принимаем $r_1^{зв} = 6$ чел.; $r_2^{зв} = 9$ чел.; $q_1 = 12$ чел.-см.; $q_2 = 18$ чел.-см.

В соответствии с указаниями п. 3.18 (второй метод увязки строительных процессов) определяем возможные значения k_1; k_2.

Принимаем $k_1^{min} = 1$ звено; $k_2^{min} = 1$ звено;

$$k_1^{max\,3} = \frac{Q_1^3}{q_1} = \frac{24}{12} = 2 \text{ звена}; \quad k_2^{max\,1} = \frac{Q_2'}{q_2} = \frac{72}{18} = 4 \text{ звена},$$

так как 3 и 1 — номера участков соответственно по первому и второму процессам с наименьшим объемом работ.

Следовательно, для выполнения первого процесса можно применить 1 и 2 звена, а для второго — 1, 2 и 4 звена (так как $\frac{k_2^{max}}{k_2} = \frac{4}{2} = 2$, т. е. отношение равно целому числу).

Примем для выполнения первого процесса 2 звена ($k_1 = 2$), второго — 4 звена ($k_2 = 4$) и определим вели-

чину организационного перерыва $\tau_{1,2}$ между началами процессов, а также их продолжительность на каждом из участков по формулам (3.21):

$$T_1^1 = \frac{Q_1^1}{k_1 r_1^{зв}} = \frac{60}{2 \cdot 6} = 5 \text{ см.}; \quad T_2^1 = \frac{Q_2^1}{k_2 r_2^{зв}} = \frac{72}{4 \cdot 9} = 2 \text{ см.};$$

$$T_1^2 = \frac{Q_1^2}{k_1 r_1^{зв}} = \frac{36}{2 \cdot 6} = 3 \text{ см.}; \quad T_2^2 = \frac{Q_2^2}{k_2 r_2^{зв}} = \frac{108}{4 \cdot 9} = 3 \text{ см.};$$

$$T_1^3 = \frac{Q_1^3}{k_1 r_1^{зв}} = \frac{24}{2 \cdot 6} = 2 \text{ см.}; \quad T_2^3 = \frac{Q_2^3}{k_2 r_2^{зв}} = \frac{108}{4 \cdot 9} = 3 \text{ см.};$$

$$\tau_{1;2} = \max \left(\sum_{\gamma=1}^{\eta} T_1^{\gamma} - \sum_{\gamma=1}^{\eta-1} T_2^{\gamma} \right),$$

где $\gamma = 3$ (число участков)

при $1 \leqslant \eta \leqslant 3$, т. е.

$$\tau_{1;2} = \max \begin{cases} 5 \text{ см.} - 0 = 5 \text{ см.} & \text{при } \eta = 1; \\ (5 \text{ см.} + 3 \text{ см.}) - 2 \text{ см.} = 6 \text{ см.} & \text{при } \eta = 2; \\ (5 \text{ см.} + 3 \text{ см.} + 2 \text{ см.}) - (2 \text{ см.} + 3 \text{ см.}) = \\ = 5 \text{ см.} & \text{при } \eta = 3. \end{cases}$$

Принимаем $\tau_{1;2} = 6$ см.

Рассмотренная в настоящей главе методика увязки процессов основана на определении размеров захваток по размерам элементарных рабочих зон (делянок) для единичного ресурса (звена) с помощью организационно-технологического модуля $q_{j;(j+1)}$ и позволяет использовать принцип типовой увязки одноименных смежных строительных процессов на различных зданиях и сооружениях, имеющих одинаковые или примерно одинаковые конструктивные решения.

Исходными данными для типовой увязки процессов являются значения $r_j^{зв}$; q_j; s; $q_{j;(j+1)}$, определяемые для наиболее характерных конструктивных решений объектов заданной программы работ строительной организации. Результаты расчета сводятся в табл. 3.1.

В таблице приведены данные для типовой увязки некоторых строительных процессов по объектам годовой программы работ конкретной строительной организации.

Таблица 3.1

Исходные данные для типовой увязки строительных процессов

Номер варианта	Конструктивный вариант	Методы производства работ	Состав звена $r_j^{зв}$ чел.	Единица измерения фронта работ	Величина фронта работ на звено f_j	Единица измерения объема работ	Объем работ на делянке q_j	Отношение размеров рабочих зон $s=\frac{f_{j+1}}{f_j}$	Организационно-технологический модуль $q_{j:(j+1)}$
1	Траншея шириной 90 *см*, глубиной 200 *см*. Грунт III категории	Разработка траншеи вручную с креплением	2	*м* траншеи	6	чел.-дн.	3,8	3	11,4
	Монолитный ленточный фундамент шириной 60 *см*, высотой 200 *см*	Устройство фундамента вручную	6	*м* фундамента	18	»	7,8		
2	Отдельные котлованы глубиной 200 *см*. Грунт III категории	Разработка котлованов экскаватором Э-302	1	число мест	8	»	1	1	1
	Фундаменты под колонны сборные железобетонные	Монтаж фундаментных блоков стреловым краном	3	то же	8	»	3		
3	Фундамент ленточный шириной 80 *см*, высотой 200 *см*	Устройство фундамента вручную	6	*м* фундамента	12	чел.-дн.	5,8	1	5,8
	Кирпичные стены толщиной 64 *см*. Высота яруса 120 *см*	Устройстро стен вручную	2	*м* стены	12	»	3,3		
4	Фундаменты под колонны сборные железобетонные	Монтаж фундаментных блоков стреловым краном	3	число мест	8	»	3	1	3
	Колонны сборные железобетонные весом до 6 *т*	Монтаж колонн стреловым краном	5	то же	8	»	5,9		
5	Фундаменты под колонны монолитные железобетонные	Устройство фундаментов вручную	6	»	8	»	9,4	1	9,4
	Колонны сборные железобетонные весом до 6 *т*	Монтаж колонн стреловым краном	5	»	8	»	5,9		
6	Колонны сборные железобетонные с шагом 6 *м*	Монтаж колонн стреловым краном	5	»	1 (8 колонн)	»	5,9	3	17,7
	Фермы железобетонные пролетом 12 *м*. Плиты покрытия 6×1,5 *м*	Монтаж конструкций покрытия стреловым краном	5	»	3 (13 ферм)	»	19		

Продолжение табл. 3.1

Номер варианта	Конструктивный вариант	Методы производства работ	Состав звена $r_j^{зв}$, чел.	Единица измерения фронта работ	Величина фронта работ на звено f_j	Единица измерения объема работ	Объем работ на делянке q_j	Отношение размеров рабочих зон $s=\frac{f_{j+1}}{f_j}$	Организационно-технологический модуль $q_j:(j+1)$
7	Колонны сборные железобетонные с шагом 6 *м*	Монтаж колонн стреловым краном	5	число мест	1 (8 колонн)	чел.-дн.	5,9	3	17,7
	Фермы железобетонные пролетом 18 *м*. Плиты покрытия 6×1,5 *м*	Монтаж конструкций покрытия стреловым краном	5	то же	3 (13 ферм)	»	30		
8	Колонны сборные железобетонные с шагом 12 *м*	Монтаж колонн стреловым краном	5	»	1 (8 колонн)	»	5,9	2	11,8
	Фермы железобетонные пролетом 24 *м*. Плиты покрытия 12×1,5 *м*	Монтаж конструкций покрытия стреловым краном	5	»	3 (7 ферм)	»	24,4		

3.19. Формулы (3.4)—(3.21) устанавливают зависимости между основными организационно-технологическими параметрами развития строительных процессов в пространстве и времени (фронтом работ, интенсивностью, продолжительностью и др.) и могут быть использованы при разработке моделей возведения разнотипных зданий и сооружений заданной программы работ строительной организации (см. приложение 10).

Анализ этих зависимостей и опыт разработки и внедрения методов взаимной увязки строительных процессов в конкретных условиях позволил установить, что:

при возведении зданий и сооружений различных объемно-планировочных и конструктивных решений целесообразно применение модульной системы параметров увязки строительных процессов;

минимально возможная продолжительность возведения здания или сооружения определяется из условия членения объекта на максимальное число рабочих зон, где одноименные строительные процессы выполняются независимо (параллельно). Интенсивность потребления ресурсов каждым строительным процессом будет при этом максимальной;

наибольшая продолжительность возведения здания или сооружения не определяется минимальными значениями интенсивности потребления ресурсов каждым из процессов и может быть получена при некоторых ее значениях. Следовательно, при желании сократить продолжительность возведения объекта за счет увеличения интенсивности потребления ресурсов некоторыми процессами может быть получен обратный результат — ее увеличение;

методика увязки строительных процессов с помощью приведенных зависимостей позволяет решать задачи рациональной организации возведения разнотипных зданий и сооружений заданной программы работ строительной организации.

Глава 4

ИНВЕНТАРНЫЕ ЗДАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Развитие индустриальных методов строительного производства обусловило необходимость создания нового вида подсобно-вспомогательных и обслуживающих зданий, названных в силу особенностей их конструктивных решений и организации использования инвентарными. Они призваны заменить так называемые «временные здания», имеющие разовое применение на строительных площадках.

Инвентарные здания за период нормативного срока службы могут многократно функционировать, т. е. проходить режимы монтажа, эксплуатации и демонтажа на различных строительных площадках. Эти особенности инвентарных зданий резко повышают мобильность подрядных строительно-монтажных организаций, позволяют им эффективно маневрировать размещением на строительных площадках зданий различного назначения и типа, перемещая их по мере изменения потребности в места концентрации работ, на пусковые комплексы и объекты.

4.2. В современных условиях по-новому должны решаться вопросы обеспечения строительных площадок подсобно-вспомогательными и обслуживающими зданиями. Согласно действующим нормативным документам в проекте организации строительства (ПОС) определяются: потребность во «временных зданиях и сооружениях», возможность и условия частичного или полного временного использования существующих зданий, порядок и сроки обеспечения строительства «временными зданиями и сооружениями», а также подобраны типовые проекты.

Переход на применение инвентарных зданий базируется на принципиально иной основе — расчете и фор-

мировании оптимального набора, т. е. взаимно увязанного по организационным и технологическим признакам состава инвентарных подсобно-вспомогательных и обслуживающих зданий, необходимых для организации ритмичного строительного потока. При этом особое внимание в расчете набора уделяется фактору времени. Наиболее рациональными считаются здания, требующие минимальных затрат труда и времени на монтаж, демонтаж и эксплуатацию на строительной площадке.

4.3. Процесс расчета и формирования набора включает:

определение номенклатуры инвентарных зданий;

расчет их мощности (вместимости);

определение периодов изменения потребных мощностей;

выбор конструктивных вариантов инвентарных зданий;

составление вариантов наборов инвентарных зданий;

выбор оптимального набора инвентарных зданий.

Такой порядок расчета и формирования набора позволяет охватить все многообразие применяемых в строительстве инвентарных зданий.

4.4. В содержание расчетов входит определение характеристик (назначение, номенклатура и тип инвентарных зданий) и параметров набора, т. е. потребной мощности (вместимости) и количества инвентарных зданий. При этом учитывается комплексное воздействие основных факторов — объема, интенсивности, продолжительности и совмещения строительно-монтажных работ, прогнозируемой оборачиваемости инвентарных зданий и др.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ НАБОРОВ ИНВЕНТАРНЫХ ЗДАНИЙ

Определение номенклатуры инвентарных зданий

4.5. Для выполнения строительно-монтажных работ и обслуживания работающих необходимы инвентарные здания различного назначения и номенклатуры.

Назначение и номенклатура инвентарных зданий устанавливаются с учетом действующих нормативных документов и местных условий строительства.

4.6. Районы строительства по их организационно-технической готовности к строительству подразделяются на

освоенные, малоосвоенные и неосвоенные. В соответствии с этим делением определяется и номенклатура инвентарных зданий.

В освоенных районах организация новых строительных площадок осуществляется с применением инвентарных зданий складского, административного и санитарно-бытового назначения.

В малоосвоенных районах дополнительно к перечисленным группам применяются здания производственного и, частично, жилого назначения.

В неосвоенных районах находит применение практически вся номенклатура инвентарных зданий производственного, складского, административного, санитарно-бытового, жилого и общественного назначения, причем последняя из перечисленных групп представлена комплексами в виде жилых поселков с объектами различной вместимости.

4.7. Инвентарные здания по назначению подразделяются на пять групп: 1) производственные; 2) склады; 3) административные; 4) санитарно-бытовые; 5) жилые и общественные.

К производственным относятся: мастерские, гаражи и профилактории, энергетические, помещения станций и установок, комплексные и комбинированные объекты.

К складам относятся: материально-технические отапливаемые, неотапливаемые и теплохолодные, навесы, а также комплексные и комбинированные объекты.

В группу административных входят: конторы, объекты для контроля и управления работами, комплексные и комбинированные объекты.

Группа санитарно-бытовых охватывает: санитарные, бытовые, комплексные и комбинированные объекты.

К группе жилых и общественных относятся: жилые, хозяйственно-бытовые, общественные, учебные, комплексные и комбинированные объекты.

По каждой группе для руководства при расчетах и проектировании составлена общесоюзная номенклатура инвентарных зданий (см. приложение 11), отобранных и объединенных по принципу однородности выполняемого в них технологического процесса.

4.8. Перечень необходимых для выполнения строительно-монтажных работ и процессов инвентарных зданий с группировкой по назначению и номенклатуре приводится в формах 4.1—4.5.

Форма 4.1

Распределение номенклатуры инвентарных зданий складского назначения

№ п. п.	Наименование		Мастерские								Гаражи и профилакторий			Насосные		Комплексные и комбинированные объекты
	работ	процессов	ремонтно-механическая	механо-монтажная	санитарно-техническая монтажная	электротехническая монтажная	КИП и автоматики	столярно-плотничная	арматурная	кровельно-изоляционная (антикоррозионная)	авторемонтная	гараж	профилакторий	стоянка для машин	объединенный корпус	комплекс зданий

Примечание.

Форма 4.2

Распределение номенклатуры инвентарных зданий производственного назначения

№ п.п.	Наименование		Материально-технические				Теплохолодные				Навесы		Комплексные и комбинированные объекты	
			отапливаемые		неотапливаемые		материально-технические		для оборудования					
	работ	процессов	с рампой	без рампы	с рампой	без рампы	с рампой	без рампы	с рампой	без рампы	с рампой	без рампы	объединенный корпус	комплекс зданий

Примечание.

Форма 4.3

Распределение номенклатуры инвентарных зданий административного назначения

№ п.п.	Наименование		Конторы				Объекты управления и контроля			Красный уголок	Комплексные и комбинированные объекты	
	работ	процессов	строительного управления	начальника участка	производителя работ	мастера	диспетчерская (узел связи)	табельная, проходная	лаборатория строительная		объединенный корпус	комплекс зданий

Примечание.

Форма 4.4

Распределение номенклатуры инвентарных зданий санитарно-бытового назначения

№ п.п.	Наименование		Санитарные					Бытовые				Комплексные и комбинированные объекты	
	работ	процессов	душевая	умывальная	медпункт	сушилка	уборная	гардеробная	помещение для обогревания работающих	столовая		объединенный корпус	комплекс зданий
										на сырье	на полуфабрикатах		

Примечание.

Такие таблицы для типовых, часто повторяющихся объектов строительства или строительно-монтажных работ, выполняемых в определенных условиях (в освоенном, малоосвоенном или неосвоенном районе), могут составляться заранее как технически и статистически достоверный материал для применения при определении номенклатуры инвентарных зданий.

Форма 4.5

Распределение номенклатуры инвентарных зданий различного назначения

№ п.п.	Наименование		Производственные				Склады					Административные			Санитарно-бытовые			Жилые и общественные			
	работ	процессов	мастерские	гаражи и профилакторий	насосная	комплексные и комбинированные объекты	отапливаемые	неотапливаемые	техплохолодные	навесы	комплексные и комбинированные объекты	конторы	объекты управления и контроля	комплексные и комбинированные объекты	санитарные	бытовые	комплексные и комбинированные объекты	жилые	хозяйственно-бытовые	общественные и учебные	комплексные и комбинированные объекты

Примечание.

Перечень строительно-монтажных работ и процессов, для выполнения которых требуются инвентарные здания, составляется (см. п. 4.5) на основании календарного плана строительства. Фрагмент календарного плана, со-

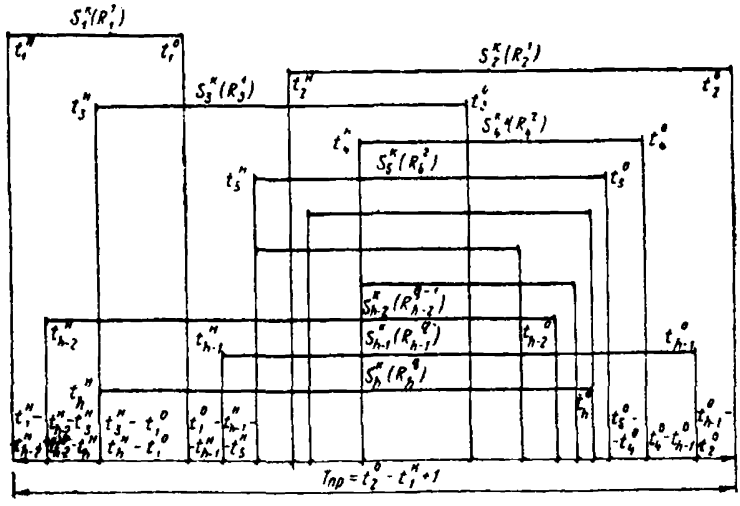


Рис. 4.1. Фрагмент календарного плана

стоящего из некоторого количества N^{α} строительно-монтажных работ и R_{β}^{α} процессов, приведен на рис. 4.1*.

Необходимо иметь в виду, что степень детализации календарного плана определяет соответственно и точность определения номенклатуры инвентарных зданий и последующих этапов расчета всего набора.

Расчет мощности (вместимости) инвентарных зданий

4.9. Расчет мощности (вместимости) инвентарных зданий различной номенклатуры выполняется отдельно по каждой строительно-монтажной работе или процессу (см. формы 4.1—4.5) на основе данных об их объемах, интенсивности и сроках выполнения, приведенных в календарном плане строительства (разработанного в составе ПОС).

Для количественной оценки мощности (вместимости) зданий различного назначения и номенклатуры рекомендуется следующая система показателей:

Производственные здания

$$\frac{\text{тыс. руб. готовой продукции в год}}{\text{млн. руб. строительно-монтажных работ в год}};$$

тыс. нормо-чел.-час. в год;

объем выпускаемой продукции в натуральном исчислении (в *т*, $м^3$ и т. п.);

количество обслуживающих машин и механизмов;

млн. руб. строительно-монтажных работ в год.

Склады

$$\frac{\text{показатель площади (в } м^2)}{\text{млн. руб. строительно-монтажных работ в год}};$$

показатель площади (в $м^2$).

Административные здания

$$\frac{\text{количество мест}}{\text{млн. руб. строительно-монтажных работ в год}};$$

количество обслуживаемых человек.

---

* α — код работы; β — код процесса.

Санитарно-бытовые здания

$$\frac{\text{количество человек или мест}}{\text{показатели площади (в } м^2)};$$

$$\frac{\text{колич. душевых сеток, комплектов одежды или мест,}}{\text{показатели площади (в } м^2)}$$

Жилые и общественные здания

$$\frac{\text{количество мест или человек}}{\text{показатель площади (в } м^2)}.$$

4.10. Расчет требуемой мощности (вместимости) инвентарных зданий различного назначения и номенклатуры производится в обычном порядке и здесь не рассматривается. Необходимые при этом расчетные показатели приведены в соответствующей нормативной документации.

Определение периодов изменения потребных мощностей

4.11. Номенклатура и мощность инвентарных зданий должны соответствовать расчетной потребности в них в любой период времени. Предлагаемый способ расчета позволяет с высокой степенью точности с учетом совмещения работ и процессов на строительной площадке четко фиксировать динамику потребности в инвентарных зданиях различной номенклатуры за весь период строительства. Распределение потребной мощности во времени целесообразно производить в табличной форме (см. табл. 4.6).

Показатели мощности (вместимости) инвентарных зданий приводятся к одному эквиваленту — полезной площади здания, выраженной в $м^2$.

Табл. 4.6 по содержанию разделена на две части.

В левой части таблицы содержатся исходные данные: код работ N^{α} и процессов R^{α}_{β}; время их начала $t^{н}_{\beta}$ и окончания $t^{о}_{\beta}$; потребная площадь $S^{к}_{\beta}$.

В правой части таблицы устанавливаются периоды изменения потребных площадей, соответствующие клетки заполняются расчетными показателями и даются суммарные итоги распределения площадей по периодам.

Таблица 4.6

Определение периодов изменения потребных площадей

№ п. п.	Код работ N^{α}	Код процессов R^{α}_{β}	Начало $t^{н}_{\beta}$	Окончание $t^{о}_{\beta}$	Потребная площадь $S^{к}_{\beta}$	Периоды изменения потребных площадей							
						$t^{н}_{3}-t^{о}_{1}$	$t^{н}_{h}-t^{о}_{1}$	$t^{о}_{1}-t^{н}_{h-1}$	$t^{н}_{h-1}-t^{н}_{5}$	. . .	$t^{о}_{5}-t^{о}_{4}$	$t^{о}_{4}-t^{о}_{h-1}$	$t^{о}_{h-1}-t^{о}_{2}$
1	N^1	R^1_1	$t^{н}_1$	t^{0}_1	$S^{к}_1$	$+S^{к}_1$	$+S^{к}_1$	$-S^{к}_1$		. . .			
2		R^1_2	$t^{н}_2$	$t^{о}_2$	$S^{к}_2$					. . .	$+S^{к}_2$	$+S^{к}_2$	$+S^{к}_2$
3		R^1_3	$t^{н}_3$	$t^{о}_3$	$S^{к}_3$	$+S^{к}_3$	$+S^{к}_3$	$+S^{к}_3$	$+S^{к}_3$	. . .			
4	N^2	R^2_4	$t^{н}_4$	$t^{о}_4$	$S^{к}_4$					. . .	$+S^{к}_4$	$-S^{к}_4$	
5		R^2_5	$t^{н}_5$	$t^{о}_5$	$S^{к}_5$					. . .	$-S^{к}_5$		
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
$h-2$	N^{q-1}	R^{q-1}_{h-2}	$t^{н}_{h-2}$	$t^{о}_{h-2}$	$S^{к}_{h-2}$	$+S^{к}_{h-2}$	$+S^{к}_{h-2}$	$+S^{к}_{h-2}$	$+S^{к}_{h-2}$	. . .			
$h-1$	N^q	R^q_{h-1}	$t^{н}_{h-1}$	$t^{о}_{h-1}$	$S^{к}_{h-1}$			$+S^{к}_{h-1}$	$+S^{к}_{h-1}$	. . .	$+S^{к}_{h-1}$	$+S^{к}_{h-1}$	$-S^{к}_{h-1}$
h		R^q_h	$t^{н}_h$	$t^{о}_h$	$S^{к}_h$		$+S^{к}_h$	$+S^{к}_h$	$+S^{к}_h$	. . .			
Суммарные потребные площади						$\sum_{\beta} S^{к}_{\beta(4)}$	$\sum_{\beta} S^{к}_{\beta(5)}$	$\sum_{\beta} S^{к}_{\beta(6)}$	$\sum_{\beta} S^{к}_{\beta(7)}$	. . .	$\sum_{\beta} S^{к}_{\beta(\psi-2)}$	$\sum_{\beta} S^{к}_{\beta(\psi-1)}$	$\sum_{\beta} S^{к}_{\beta(\psi)}$

Для зданий одного назначения составляются отдельные таблицы. В случаях, когда в группу зданий одного назначения входит более четырех номенклатур, целесообразно составлять дополнительную таблицу.

4.12. Совмещение строительно-монтажных работ и процессов учитывается путем установления в правой части головки таблицы по индексам временных оценок $t^{н}_{\beta}$; $t^{о}_{\beta}$ возрастающего числового ряда. При образовании числового ряда последовательность индексов начала $t^{н}_{\beta}$ и окончания $t^{о}_{\beta}$ работ и процессов может быть любой и зависит от абсолютной величины показателя. Образованный при расчете потребных площадей числовой ряд содержит информацию о длительности периодов режимов фактической эксплуатации инвентарных зданий различной номенклатуры за время всего строительства, что позволяет планировать время режимов монтажа и де-

монтажа зданий, а также прогнозировать их оборачиваемость.

Заполнение поля правой части таблицы производится последовательно по работам и процессам при соблюдении следующих правил:

значения площадей инвентарных зданий вписываются в клетки таблицы, расположенные на пересечении соответствующих строк и столбцов;

значения площадей могут принимать знак «плюс» ($+S$) или «минус» ($-S$) в зависимости от назначения дат или индексов начала и окончания периода (производится в левой части таблицы);

значения площади имеют знак «плюс» при назначении дат периода в пределах столбца индексов $t_{\beta}^{н}$ или при переходе из столбца $t_{\beta}^{н}$ к столбцу индексов $t_{\beta}^{о}$. Во всех других случаях значения площади приобретают отрицательное значение и вписываются со знаком минус ($-S$);

площади со знаком «плюс» ($+S$) вписываются по строке рассматриваемой работы или процесса во все клетки периодов до изменения знака на обратный ($-S$). Изменение знака указывает на окончание работы или процесса, после чего дальнейшая запись значений площади прекращается.

Итоги распределения и суммарные значения потребности в инвентарных зданиях по периодам определяются путем суммирования в пределах периода площадей, имеющих положительное значение, отдельно по каждой номенклатуре зданий.

Выбор конструктивных вариантов инвентарных зданий

4.13. Применяемые в строительстве инвентарные здания по проектно-конструктивным особенностям классифицированы на три типа — сборно-разборные, контейнерные и передвижные.

К сборно-разборным относятся здания, строительный объем которых конструктивно решен из отдельных простых или сложных элементов, каждый из которых не является его самостоятельной объемно-планировочной частью.

К контейнерным относятся здания, строительный объем которых образован из одиночных или сблокирован-

ных объемных элементов, представляющих собой самостоятельную объемно-планировочную часть (помещение) или целое здание. В зависимости от конструктивного решения при блокировании возможно применение доборных необъемных элементов.

Здания передвижного типа аналогичны контейнерным, но в отличие от них имеют постоянно прикрепленную или инвентарную (съемную) ходовую часть.

По каждому типу зданий можно выделить ряд конструктивных вариантов, каждый из которых представляет собой самостоятельную и законченную в строительном отношении конструкцию, принципиально однообразную по совокупности основных признаков (принцип блокирования, применяемые материалы, особенности изготовления, транспортирования, монтажа, демонтажа и др.). Описание существующих конструктивных вариантов инвентарных зданий сборно-разборного, контейнерного и передвижного типа приведено в приложении 11 (табл. 11.1).

4.14. Эффективные конструктивные варианты инвентарных зданий сборно-разборного, контейнерного и передвижного типа выбираются и оцениваются по заданному критерию. Наряду с критериями оценки первого уровня (стоимость, трудоемкость и машиноемкость) находят применение ряд специфических критериев или критериев второго уровня, характерных только для инвентарных зданий; надежность функционирования, транспортабельность, гибкость планировочных решений и др. Критерии второго уровня, не получившие еще широкого распространения в практике строительства, обязательны при составлении плана оптимального распределения потребных площадей инвентарных зданий для строительных площадок, организуемых в особо сложных условиях (районы Крайнего Севера, горные и пустынные районы и др.).

Основным из числа критериев первого уровня для оценки конструктивных вариантов принят показатель общих трудозатрат на монтаж, эксплуатацию и демонтаж инвентарных зданий на строительной площадке. Это обусловлено необходимостью сокращения продолжительности освоения новых строительных площадок и обеспечения роста производительности труда работающих на строительстве. Следует также отметить, что рассматриваемый ниже метод составления плана оптимального

распределения конструктивных вариантов инвентарных зданий позволяет применять любые критерии с количественной характеристикой.

4.15. Выбор конструктивных вариантов инвентарных зданий достигается применением методов линейного программирования. При этом задача формулируется следующим образом:

найти значения $W_{ij}^{к} \geqslant 0$; $V_{i\mu}^{к} \geqslant 0$; $I_{i\tau}^{к} \geqslant 0$, чтобы

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n_1} \theta_{ij} W_{ij}^{к} + \sum_{i=1}^{m}\sum_{\mu=1}^{n_2} \theta_{i\mu} V_{i\mu}^{к} + \sum_{i=1}^{m}\sum_{\tau=1}^{n_3} \theta_{i\tau} I_{i\tau}^{к} \to \min \qquad (4.1)$$

при следующих ограничениях:

$$S_i^{к} = \sum_{j=1}^{n_1} W_{ij}^{к} + \sum_{\mu=1}^{n_2} V_{ij}^{к} + \sum_{\tau=1}^{n_3} I_{i\tau}^{к}; \qquad (4.1')$$

$$\left.\begin{aligned} W_j^{к} &= \sum_{i=1}^{m} W_{ij}^{к} + W_{j\Phi}^{к}; \\ V_{\mu}^{к} &= \sum_{i=1}^{m} V_{i\mu}^{к} + V_{\mu\Phi}^{к}; \\ I_{\tau}^{к} &= \sum_{i=1}^{m} I_{i\tau}^{к} + I_{\tau\Phi}^{к}, \end{aligned}\right\} \qquad (4.1'')$$

где $W_{ij}^{к}$, $V_{i\mu}^{к}$, $I_{i\tau}^{к}$ — площадь конструктивных вариантов инвентарных зданий соответственно сборно-разборного, контейнерного и передвижного типов;

$i = 1, 2, 3, \ldots, m$ — код площади инвентарных зданий рассматриваемого периода;

m — число площадей инвентарных зданий;

$j = 1, 2, 3, \ldots, n_1$ — код конструктивного варианта инвентарных зданий сборно-разборного типа;

$\mu = 1, 2, 3, \ldots, n_2$ — то же, контейнерного типа;

$\tau = 1, 2, 3, \ldots, n_3$ — то же, передвижного типа;

n_1, n_2, n_3 — число конструктивных вариантов инвентарных зданий;

θ_{ij}, $\theta_{i\mu}$, $\theta_{i\tau}$ — трудозатраты на монтаж, эксплуатацию и демонтаж конструктивных вариантов инвентарных зда-

ний соответственно сборно-разборного, контейнерного и передвижного типов;

$к = 1, 2, 3, \ldots, g$ — код номенклатуры инвентарных зданий;

g — число номенклатур инвентарных зданий;

$W^{к}_{iф}$, $V^{к}_{μф}$, $I^{к}_{тф}$ — «фиктивная» площадь конструктивных вариантов инвентарных зданий соответственно сборно-разборного, контейнерного и передвижного типов;

ф — индекс «фиктивной» площади;

$γ = 1, 2, 3, \ldots, l$ — код периода;

l — число периодов.

В ограничении (4.1′) площадь, распределяемая для γ-го периода, равна площади, установленной для рассматриваемого периода, а в ограничении (4.1″) распределяемая площадь из каждого конструктивного варианта равна сумме необходимых площадей для всех γ-х периодов плюс «фиктивная» площадь. Площадь каждого конструктивного варианта принимается равной сумме площадей, необходимых для всех γ-х периодов. Тогда площадь каждого конструктивного варианта будет равна или превышать суммарную потребную площадь для всех периодов. Полученная разница между площадями принимается в качестве «фиктивной» потребной площади.

4.16. Развернутая запись ограничений (см. п. 4.15.) образует систему линейных уравнений. Некоторые члены уравнений имеют нулевые значения, так как не во всех конструктивных вариантах инвентарных зданий представлена рассматриваемая номенклатура. Система уравнений распадается на отдельные блоки, не имеющих общих неизвестных, и на уравнения, связывающие эти блоки. Решением системы уравнений формируется оптимальный план распределения по периодам площадей конструктивных вариантов инвентарных зданий различных типов.

Составление вариантов наборов инвентарных зданий

4.17. Инвентарные здания в пределах одной номенклатуры имеют различные показатели мощности (вме-

стимости, тем самым образуя параметрический ряд с различными интервалами, в отдельных случаях модульными, между показателями.

Параметрические ряды инвентарных зданий различной номенклатуры приведены в приложении 11 (табл. 11.2).

4.18. Варианты наборов инвентарных зданий, установленные с учетом выбранных конструктивных вариантов и параметрических рядов и удовлетворяющие рассчитанным значениям потребности, выражаются уравнением, которое имеет следующий вид:

$$H_i^{\kappa} = \sum_{j=1}^{n_1} \sum_{\varepsilon_j=1}^{f_j} \eta_{j\,\varepsilon_j} W_{i\,j\,\varepsilon_j}^{\kappa} + \sum_{\mu=1}^{n_2} \sum_{\varepsilon_\mu=1}^{f_\mu} \eta_{\mu\,\varepsilon_\mu} V_{i\,\mu\,\varepsilon_\mu}^{\kappa} + \\ + \sum_{\tau=1}^{n_3} \sum_{\varepsilon_\tau=1}^{f_\tau} \eta_{\tau\,\varepsilon_\tau} I_{i\,\tau\,\varepsilon_\tau}^{\kappa} \geqslant S_i^{\kappa}, \qquad (4.2)$$

где $\varepsilon_j = 1, 2, 3, \ldots, f_j$
$\varepsilon_\mu = 1, 2, 3, \ldots, f_\mu$
$\varepsilon_\tau = 1, 2, 3, \ldots, f_\tau$ — код инвентарных зданий конструктивных вариантов соответственно сборно-разборного, контейнерного и передвижного типа;

f_j, f_μ, f_τ — число инвентарных зданий конструктивных вариантов соответственно сборно-разборного, контейнерного и передвижного типа;

η — коэффициент соответствия, целое число [1];

$W_{ij\varepsilon_j}^{\kappa}$, $V_{i\mu\varepsilon_\mu}^{\kappa}$, $I_{i\tau\varepsilon_\tau}^{\kappa}$ — площадь инвентарных зданий конструктивных вариантов соответственно сборно-разборного, контейнерного и передвижного типа k-номенклатуры, отнесенной к i-му коду площадей γ-го периода.

При формировании наборов инвентарных зданий коэффициент соответствия η может приобретать следующие значения для конструктивных вариантов:

сборно-разборного типа $0 \leqslant \eta_{j\varepsilon_j} \dfrac{S_i^{\kappa}}{W_{ij\varepsilon_j}}$;

[1] Округляется при расчете до целого числа в меньшую сторону.

контейнерного типа $0 \leqslant \eta_{\mu}\, \varepsilon_{\mu} \leqslant \dfrac{S_i^{\kappa}}{V_{i\,\mu}^{\kappa}\, \varepsilon_{\mu}}$;

передвижного типа $0 \leqslant \eta_{\tau}\, \varepsilon_{\tau} \leqslant \dfrac{S_i^{\kappa}}{l_{i\,\tau}^{\kappa}\, \varepsilon_{\tau}}$.

Выбор оптимального набора инвентарных зданий

4.19. Оптимальный набор инвентарных зданий выбирается из всего многообразия вариантов наборов по критерию общих трудозатрат при монтаже, эксплуатации и демонтаже зданий на строительной площадке с учетом коэффициента их прогнозируемой оборачиваемости за планируемый период строительства. Тогда уравнение набора принимает вид:

$$\theta\{H_i^{\kappa}\} = \omega\left[\theta^{M} + \theta^{Д}\right] + \theta^{э} \to \min, \tag{4.3}$$

где θ — общие трудозатраты набора инвентарных зданий;

θ^{M} — трудозатраты на монтаже;

$\theta^{Д}$ — трудозатраты на демонтаже;

$\theta^{э}$ — трудозатраты на эксплуатации;

ω — коэффициент прогнозируемой оборачиваемости ($\omega \geqslant 1$, целое число) [1].

При выборе уравнения наборов инвентарных зданий сравниваются попарно по тождеству коэффициента прогнозируемой оборачиваемости, при котором полные затраты сравниваемых уравнений равны между собой:

$$\left.\begin{aligned}
&\begin{cases} \theta_1 = w\left[\theta_1^{M} + \theta_1^{Д}\right] + \theta_1^{э}; \\ \theta_2 = w\left[\theta_2^{M} + \theta_2^{Д}\right] + \theta_2^{э}. \end{cases} \\
&\text{При } \theta_1 = \theta_2: \\
&\omega^{*}\left[\theta_1^{M} + \theta_1^{Д}\right] + \theta_1^{э} = \omega^{*}\left[\theta_2^{M} + \theta_2^{Д}\right] + \theta_2^{э}; \\
&\omega^{*}\left\{\left[\theta_1^{M} + \theta_1^{Д}\right] - \left[\theta_2^{M} + \theta_2^{Д}\right]\right\} = \theta_2^{э} - \theta_1^{э}; \\
&\omega^{*} = \frac{\theta_2^{э} - \theta_1^{э}}{\left[\theta_1^{M} + \theta_1^{Д}\right] - \left[\theta_2^{M} + \theta_2^{Д}\right]}.
\end{aligned}\right\} \tag{4.4}$$

[1] Показатель количества передислокаций одного, группы или всего набора инвентарных зданий за период пребывания их на строительной площадке.

4.20. Величина коэффициента прогнозируемой оборачиваемости ω^* принимает при расчетах положительные и отрицательные значения.

При положительных значениях ω^* ($\omega^*>0$) имеем следующие случаи:

а) $\omega<\omega^*$, предпочтение отдается набору инвентарных зданий с меньшим отношением $\frac{\theta^э}{\theta^м+\theta^д}$;

б) $\omega=\omega^*$, сравниваемые наборы инвентарных зданий равноценны;

в) $\omega>\omega^*$, предпочтение отдается набору инвентарных зданий с большим отношением $\frac{\theta^э}{\theta^м+\theta^д}$.

При отрицательных значениях ω^* ($\omega^*<0$) всегда предпочтительнее набор инвентарных зданий с большим отношением $\frac{\theta^э}{\theta^м+\theta^д}$.

4.21. Совокупность оптимальных наборов, установленных в пределах периодов, образует искомый набор инвентарных подсобно-вспомогательных и обслуживающих зданий строительной площадки. Результаты расчетов набора сводятся в форму 4.7.

Форма 4.7

Набор инвентарных зданий

№ п.п.	Шифр инвентарного здания	Наименование инвентарного здания	Единица измерения	Мощность (вместимость)	Тип здания	Требуемое количество зданий в шт.	Стоимость в тыс. руб.		Время функционирования		Оборачиваемость на площадке
							общая	работ	начало	окончание	

Пример расчета оптимального набора инвентарных зданий приведен в приложении 12.

4.22. Приведенный в методике алгоритм позволяет рассчитывать оптимальный набор инвентарных зданий с привлечением современных средств вычислительной техники. С этой целью разработана программа на универсальном языке «АЛГОЛ-60», что обеспечивает применение ее для разнотипных ЭЦВМ.

Глава 5

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1. Проектирование организации строительства и производства работ включает решение задачи по выбору и применению методов производства основных строительно-монтажных работ, обеспечивающих возведение зданий и сооружений в запланированные сроки при наиболее высоких технико-экономических показателях строительства.

Развитие за последние годы индустриализации строительства и связанные с этим изменения технологии и механизации строительного производства в значительной степени определили те требования, которые следует предъявлять к намеченным методам работ, учитывая характер строящихся объектов и условия строительства.

С целью снижения сметной стоимости строительства и существенного сокращения затрат ручного труда следует исходить из принципа возведения зданий и сооружений с применением такой технологии, которая основана на эффективных средствах механизации и комплексномеханизированных строительно-монтажных процессах.

5.2. При возведении объектов с большими объемами однородных сосредоточенных работ (крупные земляные выемки и насыпи, крупные котлованы, бетонные плотины, массивные фундаменты, каркасы крупных промышленных зданий и сооружений и т. п.) в комплекты машин включаются преимущественно машины большой мощности и производительности, обеспечивающие выполнение всех процессов возведения отдельных частей зданий и сооружений.

5.3. Крупные сосредоточенные объекты земляных ра-

бот должны выполняться одноковшовыми экскаваторами с ковшом емкостью 1,6—4 $м^3$ и более в комплекте с большегрузными транспортными средствами, экскаваторами непрерывного действия производительностью до 150 $м^3/ч$, самоходными скреперами емкостью до 50 $м^3$, бульдозерами на тракторах мощностью до 600 *л. с.*, средствами гидромеханизации.

В комплекты машин для выполнения крупных сосредоточенных объемов земляных работ включаются средства механизации соответствующей мощности для рыхления, разравнивания, планировки и уплотнения грунта.

5.4. Комплексная механизация крупных сосредоточенных объемов бетонных и железобетонных работ основывается на применении автоматизированных бетонных заводов по приготовлению готовых бетонных смесей производительностью до 240 $м^3/ч$, автобетоновозов с устройствами для предварительного распределения бетонных смесей, специализированных бетоноукладчиков на рельсовом и гусеничном ходу производительностью до 100 $м^3/ч$, мощных бетононасосов производительностью до 60 $м^3/ч$.

5.5. Монтаж конструкций сборных промышленных зданий и сооружений большого объема с укрупненной сеткой колонн и пролетов осуществляется из предварительно укрупненных конструкций, обладающих монтажной устойчивостью, и с применением крупноблочного и совмещенного монтажа технологического оборудования, конструкций и трубопроводов.

Повышение веса и габаритов сблокированных конструкций предопределяет использование транспортных средств большой грузоподъемности, а также самоходных гусеничных и пневмоколесных кранов с различным стреловым оборудованием грузоподъемностью до 250 *т*.

Для подъема монтажных блоков весом до 500—700 *т* целесообразно использовать монтажные мачты и грузоподъемные устройства с гидравлическим приводом.

Для многоэтажных промышленных зданий сложной конфигурации и с тяжелыми конструкциями, насыщенных оборудованием (обогатительные фабрики, здания химических производств и т. п.) в качестве ведущих монтажных средств применяются преимущественно рельсовые башенные краны в комплекте со вспомогательными кранами (наземными, устанавливаемыми на конструкциях зданий).

В комплекты машин должны входить транспортные средства соответствующих типов (блоковозы, фермовозы и др.) грузоподъемностью до 40—50 *т*.

5.6. Сооружение поточным методом линейно-протяженных объектов (магистральных трубопроводов, автомобильных и железных дорог, линий электропередач и т. п.) следует осуществлять с применением комплектов машин, состоящих из специализированных машин высокой производительности, обеспечивающих последовательное выполнение всех технологических процессов.

Производительность отдельных специализированных и комплектов машин в целом должна обеспечивать высокие темпы строительства сооружений (магистральных трубопроводов до 1,5 *км* в день, автомобильных дорог до 1 *км* в день).

5.7. Комплексную механизацию строительства магистральных трубопроводов следует осуществлять специализированными комплектами машин, включающими: трубовозы, установки для автоматической сварки труб, роторные траншейные экскаваторы для отрывки траншей шириной до 2 *м* и более, трубоукладчики с грузовым моментом до 100—200 *т*, очистные и изоляционные машины для труб диаметром до 1420 *мм* и более.

5.8. На строительстве автомобильных и железных дорог следует применять специализированные комплекты машин, включающие самоходные скреперы емкостью до 25 $м^3$, грейдеры-элеваторы и струги производительностью до 800 $м^3/ч$, одноковшовые экскаваторы с ковшами емкостью до 1,6—2,5 $м^3$, бульдозеры мощностью до 500/600 *л. с.*, путеукладчики, балластировочные, путерихтовочные машины, машины для укладки бетонных и асфальтобетонных покрытий и др.

5.9. Строительство однородных рассредоточенных многократно повторяющихся объектов с относительно небольшим объемом строительно-монтажных работ (линейно-путевые здания и сооружения железных и шоссейных дорог, насосные и компрессорные станции магистральных трубопроводов и т. п.) целесообразно осуществлять с применением комплектов машин, состоящих из специализированных машин относительно небольшой производительности, обладающих высокой мобильностью.

Для комплексной механизации земляных работ применяются универсальные одноковшовые экскаваторы с

ковшами емкостью до 0,65—1 $м^3$, экскаваторы-планировщики с ковшом емкостью до 0,65 $м^3$ и универсальные одноковшовые погрузчики грузоподъемностью до 5 $т$ в комплекте с автотранспортными средствами грузоподъемностью до 10—20 $т$.

Бетонные смеси должны приготовляться на централизованных заводах и установках или на месте и доставляться в виде сухих или готовых смесей специализированными транспортными средствами (автобетоновозами, автобетономешалками). Для приготовления смеси на месте используются мобильные смесительные установки непрерывного или периодического действия производительностью до 15 $м^3/ч$.

Бетонная смесь в конструкции может подаваться непосредственно из автобетоновозов, автобетономешалок или бетоноукладчиками производительностью до 15 $м^3/ч$.

Монтаж конструкций осуществляется преимущественно кранами на пневмоколесном ходу с различным стреловым оборудованием и грузозахватными устройствами.

5.10. При возведении рассредоточенных объектов различной конструкции и различного назначения следует применять комплекты машин, состоящие из универсальных машин с широким набором сменного рабочего оборудования.

В комплекты машин должны входить в качестве ведущих машин пневмоколесные гидравлические экскаваторы с ковшами емкостью 0,25—0,4 $м^3$, универсальные пневмоколесные погрузчики грузоподъемностью до 3 $т$, оснащенные комплектами различных рабочих органов и другие универсальные машины, а также автомобили со средствами самопогрузки.

5.11. Для комплексной механизации вспомогательных работ, возникающих в процессе возведения зданий и сооружений, используются специальные передвижные и переносные машины и оборудование.

Транспортирование грузов внутри площадок и непосредственно по участкам строительства должно осуществляться мототележками грузоподъемностью 0,5—2 $т$, электротележками, кранами-тележками, обеспечивающими подачу материалов от подъемников внутрь помещения.

РАЗРАБОТКА КОТЛОВАНОВ ПОД ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЙ

5.12. Разработка котлованов под фундаменты зданий предусматривает следующие работы:

открывку отдельных котлованов или траншей;

устройство песчаных подушек под фундаменты;

засыпку пазух фундаментов;

уплотнение грунтов в пазухах фундаментов.

Ведущими механизмами при отрывке отдельных котлованов и траншей являются экскаваторы, оборудованные прямой и обратной лопатой и драглайном с ковшами емкостью 0,25; 0,4 и 0,65 $м^3$.

Недобор грунта экскаваторами до проектных отметок должен приниматься в следующих размерах: при разработке грунта экскаваторами с ковшом емкостью 0,25 $м^3$ — 10 *см*, с ковшом емкостью 0,4 и 0,65 $м^3$ — 15 *см*.

Для зачистки дна котлована и открывки мелких траншей и выемок применяются бульдозеры, экскаваторы, оборудованные ковшами с режущей гладкой кромкой, а также малогабаритные экскаваторы-планировщики, с телескопической рукоятью, обеспечивающей прямолинейную траекторию движения рабочего органа и поворот ковша и рукояти вокруг их точек крепления.

При устройстве песчаной подушки под фундаменты песок отсыпается грейдером емкостью до 0,5 $м^3$. Разравнивание и откидка песка должны производиться вручную, уплотнение — пневмотрамбовками.

Обратную засыпку траншей после устройства фундаментов, как правило, выполняет бульдозер. При обратной засыпке котлованов грунт, если возможен заезд автосамосвалов в котлован, разгружается непосредственно в котловане и разравнивается малогабаритными бульдозерами. В остальных случаях грунт необходимо выгружать с самосвала на бровки котлована и затем сталкивать в котлован с последующим разравниванием малогабаритным бульдозером или подавать в котлован экскаваторами, оборудованными ковшами.

Толщина слоя грунта после разравнивания ее бульдозером зависит от технической характеристики грунтоуплотняющих механизмов. Уплотнение грунта вблизи фундаментов на расстоянии 0,8 *м* от стенок и на 0,4 *м* над верхним обрезом, а также в стесненных условиях осуществляется пневмотрамбовками. Остальной объем

грунта следует уплотнять послойно трамбующими плитами, подвешенными к стреле экскаватора или катками.

Число проходок грунтоуплотняющих механизмов по одному следу устанавливается в зависимости от требуемой проектом производства работ плотности грунта.

УСТРОЙСТВО МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

5.13. Бетонирование фундаментов производится с применением самоходного оборудования (гусеничные краны, башенные краны, самоходные бетоноукладчики), а также передвижных конвейеров, переставных виброжелобов, бетононасосов.

Способы подачи и распределения бетонной смеси зависят от характера конструкций и размера сооружений в плане.

Бетонирование производится с послойным уплотнением глубинными вибраторами. Толщина каждого слоя принимается не более 1,25 длины рабочей части применяемого вибратора.

При подаче бетонной смеси гусеничными, пневмоколесными и башенными самоходными кранами бетонирование фундаментов производится с помощью бадей-бункеров, бадей типа «туфелька», виброковшей.

Емкость бадей должна выбираться в зависимости от размеров бетонируемых фундаментов и грузоподъемности кранов при вылете стрелы, соответствующей конкретным условиям положения самого крана относительно бетонируемого фундамента. Обычно применяются бадьи емкостью 0,3; 0,5; 0,6; 0,8; 1,6 $м^3$, а виброковш емкостью 1,6 $м^3$.

5.14. Самоходные бетоноукладчики применяются для устройства монолитных конструкций фундаментов под каркас здания и технологического оборудования для подачи бетонной смеси в армированные плоскости. Самоходный бетоноукладчик может подавать бетонную смесь в любую точку в плане от 3 до 20 $м$ и поворотом стрелы до 360° с одной рабочей позиции. Самоходные бетоноукладчики могут использоваться как с бровки котлована, так и в самом котловане.

Переставные и передвижные конвейеры применяются при устройстве монолитных отдельно стоящих фундаментов небольшого объема (до 30 $м^3$), а также когда при бетонировании необходимо изменять угол наклона пода-

чи бетонной смеси. Для транспортирования бетонной смеси целесообразно применять конвейеры, имеющие ленты с лотковым очертанием.

При бетонировании фундаментов с помощью виброжелобов их можно использовать как отдельными звеньями, так и цепочками, при этом необходимо придавать им наклон 5—15° в сторону транспортирования бетонной смеси.

Для бетонирования фундаментов, отстоящих от бровки котлована на 15—20 *м*, системой виброжелобов приемный питатель и подъезд для автосамосвалов должен быть выше бетонируемых конструкций не менее чем на 1,5—2 *м*.

5.15. Применение бетононасосов эффективно в тех случаях, когда возможно устройство нескольких ответвлений бетоновода. При этом должна четко соблюдаться организация работ. Подача и укладка бетонной смеси должна начинаться с самого отдаленного от бетононасоса участка, с учетом четкого соблюдения последовательности работы разводящих линий.

УСТРОЙСТВО БЕТОННОЙ ПОДГОТОВКИ

5.16. При устройстве бетонной подготовки рекомендуется применять бетоноразравниватели на базе экскаватора Э-153, самоходные бетоноукладчики со скользящими формами и бетоноукладчики на рельс-формах.

Бетоноразравниватель на базе экскаватора Э-153 применяется при малых объемах работ в стесненных условиях.

Укладка бетонной смеси в подстилающий слой производится полосами шириной 3 *м* в пределах, ограниченных с обеих сторон маячными досками, установленными на проектной отметке поверхности подстилающего бетонного слоя. Полосы бетонируются через одну, уплотняются и заглаживаются виброрейкой.

Для образования деформационного шва одна из вертикальных граней перед заполнением бетонной смесью обмазывается горячим битумом марки БН-III слоем 1,5—2 *мм*. Усадочные швы нарезаются металлической полосой шириной 80—100 *мм* и толщиной 4—5 *мм*, которая должна заглубляться в слой бетона на $^1/_3$ его толщины сразу же после прохода бетоноукладчика. По истечении 20—40 *мин* шов следует заполнить горячим битумом или

цементным раствором. Место расположения деформационных и усадочных швов определяется проектом.

Самоходные бетоноукладчики применяются, как правило, при больших объемах работ, которые могут производить распределение и уплотнение бетонной смеси на полосе шириной 2 *м* с выдерживанием проектной отметки.

МОНТАЖ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Одноэтажные здания

5.17. Монтаж фундаментных блоков осуществляется с применением стреловых кранов. Фундаментные блоки монтируются отдельным потоком, как правило, непосредственно с транспортных средств. Блоки устанавливаются на заранее подготовленное основание сразу в проектное положение.

В зависимости от величины пролета (12, 18, 24 *м* и более) и шага колонн (6 и 12 *м*) могут применяться различные схемы монтажа фундаментных блоков и движения монтажных кранов.

5.18. Монтаж колонн производится при помощи стреловых самоходных кранов. Колонны монтируются после подготовки дна стаканов и инструментальной проверки их в плане и по вертикали в соответствии с требованиями проекта. Монтаж колонн производится после устройства бетонной подготовки под полы в средней части пролета. Колонны монтируются отдельным потоком. Одновременно по направлению монтажа колонн устанавливаются по ним стальные связи.

Легкие колонны монтируются с предварительной раскладкой рядом с фундаментами в зоне действия монтажного крана, тяжелые — доставляются к монтажному крану по часовому графику и монтируются непосредственно с транспортных средств.

Временное закрепление колонн в стаканах фундаментов рекомендуется производить при помощи кондукторов. Для колонн весом до 8 *т* кондуктор устанавливается на фундамент и закрепляется к колонне после ее установки в стакан фундамента. Для более тяжелых колонн кондуктор устанавливается, выверяется и закрепляется на фундаменте заранее до начала монтажа колонны.

После установки ряда колонн их проектное положение окончательно выверяется и производится замоноличивание стыков колонн с фундаментами.

В зависимости от величины пролета (12, 18, 24 *м* и более) и шага колонн (6 и 12 *м*) применяются различные схемы монтажа колонн и движения монтажных кранов.

5.19. Подкрановые балки рекомендуется монтировать самостоятельным потоком с применением стреловых самоходных кранов. Балки доставляются к крану по часовому графику и монтируются непосредственно с транспортных средств.

Установка балок в проектное положение производится по осевым рискам на балках и консолях колонн. Балки временно закрепляются на опорах при помощи анкерных болтов. Окончательная выверка подкрановых балок производится в пределах монтажной захватки или температурной секции при помощи геодезических инструментов, после чего производится приварка всех крепежных деталей балок к закладным деталям колонн.

5.20. Конструкции покрытий (подстропильные и стропильные фермы и балки, плиты покрытия) монтируются при помощи стреловых самоходных кранов отдельным потоком.

Подстропильные и стропильные фермы и балки, а также плиты покрытия пролетом 12 *м* доставляются к крану по часовому графику и монтируются непосредственно с транспортных средств. Плиты покрытия пролетом 6 *м* заранее складируются в зоне действия монтажного крана.

Стропильные балки и фермы сразу устанавливаются в проектное положение с совмещением осевых рисок на их торцах с рисками на опорных поверхностях нижележащих конструкций (колонн, подстропильных балок или ферм). После этого стропильная балка или ферма закрепляется сваркой закладных элементов.

Устойчивость ферм или балок в процессе монтажа, если это необходимо, обеспечивается: при шаге 6 *м* — с помощью инвентарных распорок, закрепляемых к ранее смонтированной ферме; при шаге 12 *м* — с помощью тросовых расчалок.

Первая с торца здания ферма во всех случаях раскрепляется расчалками. Расчалки могут закрепляться за

колонны (у основания или у подкрановой консоли) или за передвижные инвентарные якоря.

Временные распорки и расчалки снимаются по мере монтажа и приварки плит покрытия.

Одновременно с монтажом ферм устанавливаются все предусмотренные проектом постоянные связи и распорки.

Конструкции фонарей (при их наличии) монтируются, как правило, после установки и закрепления стропильной фермы или балки. Сразу же после установки конструкции фонаря монтируются связи и бортовые плиты фонарей.

Плиты покрытия при бесфонарной кровле монтируются от одного конца фермы к другому подряд, начиная со стороны ранее смонтированного пролета; при кровле с фонарями — от концов фермы к фонарю.

Плиты на фонарях монтируются после укладки их на ферме от одного края фонаря к другому.

Сразу же после укладки каждой плиты ее закладные детали привариваются к закладным деталям верхнего пояса фермы не менее чем в трех точках.

5.21. Монтаж стеновых ограждающих конструкций одноэтажных зданий осуществляется с применением стреловых самоходных кранов отдельным монтажным потоком. Стеновые конструкции монтируются, как правило, после окончания монтажа несущего каркаса здания в целом или его части.

Монтажу стеновых конструкций предшествует сдача колонн и элементов фахверка под монтаж этих конструкций. В каждой ячейке между двумя колоннами панели монтируются, как правило, сразу на всю высоту. Монтаж рекомендуется осуществлять с транспортных средств.

Схемы монтажа конструкций одноэтажных зданий приведены в пособии «Возведение одноэтажных промышленных зданий унифицированных габаритных схем» (Стройиздат, 1969).

Многоэтажные здания

5.22. Разрезка многоэтажных зданий унифицированных габаритных схем предусматривает применение колонн на один и два этажа.

Колонны первого этажа устанавливаются в стаканы

фундаментов, и их монтаж производится аналогично одноэтажным зданиям. Для большинства зданий колонны первого-второго этажей имеют длину менее 12 *м*. Для временного закрепления и выверки таких колонн применяются кондукторы, стальные, железобетонные и деревянные клинья, инвентарные вкладыши. Для закрепления колонн высотой более 12 *м* кроме указанных приспособлений применяются расчалки в плоскости наименьшей жесткости колонн. Для временного закрепления и выверки колонн последующих этажей применяются одиночные и групповые кондукторы, а также жесткие подкосы.

5.23. Установка ригелей в проектное положение производится краном по нанесенным заранее на ригель и колонну осевым рискам. Для приведения ригеля в проектное положение может использоваться кондуктор, навешиваемый на ригель до его подъема.

После окончания выверки положения ригеля производится монтажная прихватка его закладных деталей и консоли колонны. По окончании монтажа ригелей по всей ширине здания производится ванная сварка выпусков арматуры, а затем окончательная сварка закладных деталей ригеля и консоли колонны.

Монтаж балок покрытий пролетом 18 *м* осуществляется так же, как и в одноэтажных зданиях.

К закладным деталям балки привариваются опорные пластинки, затем балка поднимается краном с помощью стропов или специальной траверсы. Выверяется положение торцов балки и производится ее временное закрепление. Первая смонтированная балка дополнительно раскрепляется в середине пролета расчалками или подкосами. Крепление последующих балок осуществляется винтовыми распорками к ранее установленным балкам. После временного закрепления и выверки производится сварка закладных деталей балки и колонны.

Снятие расчалок, подкосов и винтовых распорок производится лишь после монтажа и сварки одной из плит покрытия и создания неизменяемого блока покрытия. Монтаж подкрановых балок производится в следующей последовательности. К закладным деталям балки привариваются опорные пластины, и балка краном устанавливается на консоли колонн. Производятся выверка и временное крепление подкрановой балки, осуществляется приварка закладных деталей подкрановой балки

к консолям колонны, а также стыковых накладок между полками балки и колонной. После установки опалубки производится бетонирование стыков.

5.24. Монтаж плит перекрытий и покрытий начинают с установки всех межколонных плит и приварки их в четырех углах к ригелям. Между собой межколонные плиты соединяются накладками. В торцах плит устанавливаются упорные уголки и привариваются к полкам плит. Перед сваркой уголки следует плотно прижать одной стороной к колонне. Затем укладываются пролетные плиты и привариваются в двух углах, за исключением одной плиты в пролете.

Подъем плит перекрытий и покрытий производится с помощью траверс, обеспечивающих равномерное распределение усилий между строповочными петлями. Применяются групповые траверсы для подъема сразу нескольких плит.

Швы между плитами перекрытий и покрытий, а также между плитами и ригелями тщательно заделываются бетоном марки 200 на мелком щебне или гравии.

5.25. Монтаж стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий выполняется с помощью кранов, осуществляющих монтаж основных конструкций здания, либо самостоятельным потоком при помощи других механизмов, предназначенных специально для монтажа стеновых панелей. Стеновые панели монтируются с отставанием от монтажа несущих конструкций на один этаж. Технология монтажа наружных стеновых конструкций многоэтажных зданий принципиально не отличается от одноэтажных.

5.26. Схемы и методы монтажа конструкций многоэтажных зданий зависят от их конструктивных особенностей, местных условий, наличия определенных типов монтажных кранов у строительных организаций, возможности развития монтажного потока, заданной продолжительности строительства объектов.

Во всех случаях возможно следующее расположение стреловых и башенных кранов относительно здания: с одной стороны здания (при одном кране), с двух сторон здания (при двух кранах) или в пределах поперечного сечения (при одном или большем числе кранов).

При установке кранов за пределами поперечного сечения здания (при односторонней и двусторонней установках) принимается поэтажный метод монтажа, по которому

после окончания монтажа всех конструкций на одном этаже в пределах участка приступают к монтажу следующего этажа. К монтажу следующих этажей разрешается приступать после установки монтажных связей в середине каждого температурного блока. Указанные связи обеспечивают продольную устойчивость здания.

При установке кранов в пределах поперечного сечения здания последовательность монтажа отдельных этажей указывается на схемах. При любой установке кранов все конструкции несущего каркаса (колонны, ригели, балки, плиты перекрытий и покрытий) монтируются с помощью одних типов кранов. Монтаж конструкций следует производить непосредственно с транспортных средств. При отсутствии возможности организовать такой монтаж в зоне действия кранов устраивается временная складская площадка.

Схемы монтажа конструкций многоэтажных зданий приведены в пособии «Возведение многоэтажных промышленных зданий унифицированных габаритных схем». Стройиздат, 1969.

ЗАДЕЛКА СТЫКОВ И ШВОВ

5.29. Работы по заделке стыков и швов начинаются после проверки качества сварки и журнала сварочных работ.

Полость стыка непосредственно перед заделкой очищается от мусора и грязи, а зимой также от снега и наледи.

Бетонная (растворная) смесь, доставленная с завода или приготовленная на месте, для заделки стыков должна быть использована без промедления в течение не более 1 *ч*.

Подвижность бетонной смеси, подаваемой в стык насосом, определяется опытным путем. Подвижность бетонной смеси, укладываемой в стык вручную, должна составлять 6—8 *см* по осадке стандартного конуса, а растворной смеси — не более 8 *см* по погружению стандартного конуса.

5.30. При выполнении стыка колонны с фундаментом стаканного типа на очищенное дно стаканов сборных и монолитных фундаментов непосредственно перед монтажом колонны (не ранее чем за 3—4 *ч* до монтажа) укладывается выравнивающий слой до проектной отмет-

ки низа колонны. После установки колонны стык заделывается бетоном марки, предусмотренной проектом.

При замоноличивании стыков колонн зачеканка шва между торцами колонн в соответствии с проектом выполняется раствором марки не ниже 300. Рекомендуется применять жесткий цементно-песчаный раствор состава 1 : 1 по объему (цемент : песок) консистенции влажной земли.

Швы между плитами покрытий должны заполняться в соответствии с проектом бетоном или раствором марки 200. Рекомендуется применять цементно-песчаный раствор состава 1 : 1,5 по объему (цемент : песок).

5.31. При заделке стыков в зимнее время марка бетона (раствора) применяется на одну степень выше, чем в летних условиях. Бетон (раствор) должен иметь положительную температуру и приготовляться с применением оттаянных и подогретых заполнителей, а также подогретой воды.

5.32. Контроль за качеством стыков включает следующее:

а) систематическое наблюдение за выполнением очистки стыкуемых поверхностей и правильностью установки опалубки;

б) проверку подвижности бетонной (растворной смеси) на месте ее укладки;

в) проверку соответствия количества введенных противоморозных добавок в бетон ожидаемой температуре наружного воздуха;

г) наблюдение за тщательностью зачеканки и заделки стыков;

д) измерение в зимнее время температуры наружного воздуха, воздушной среды в зоне стыка при предварительном обогреве стыка и бетона (раствора) замоноличивания во время укладки и выдерживания;

е) проверку прочности бетона (раствора).

Результаты контроля качества заделки стыков должны заносится в соответствующие журналы, форма которых приведена в «Инструкции по монтажу сборных железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений» (СН 319-65).

УСТРОЙСТВО ПОКРЫТИЙ ЧИСТЫХ ПОЛОВ

5.33. Перед устройством покрытия полов должны быть закончены работы по прокладке скрытых коммуни-

каций, заделаны отверстия, установлены и закреплены обрамления каналов и закончены все работы, производство которых может вызвать повреждение покрытия пола. Основание под покрытие пола должно быть ровным, сухим и тщательно очищенным от пыли и мусора.

5.34. При устройстве асфальтобетонных полов основание их прогрунтовывается горячим битумом марки БН-III или БН-IV или разведенной глинобитумной или известково-битумной пастой состава 1 : 3 или 1 : 4.

5.35. Асфальтовые покрытия могут быть однослойными и двухслойными. Толщина укладываемого слоя асфальтобетона устанавливается в зависимости от заданной толщины покрытия с учетом того, что уплотнение в среднем происходит на 25—30%. При устройстве двухслойного покрытия целесообразно организовывать работу таким образом, чтобы опережение укладки нижнего слоя по отношению к верхнему было в пределах смены.

5.36. Бетонные покрытия полов устраиваются по бетонному основанию (по подстилающему слою). Ровность основания проверяется двухметровой рейкой. Перед укладкой бетонного покрытия основание грунтуется цементным молоком. Бетонирование производится полосами шириной 4 *м*, уплотнение бетона — поверхностными вибраторами. Выравнивание и окончательное уплотнение поверхности покрытия производится виброрейками, перемещаемыми по направляющим маячным рейкам. Полосы покрытия бетонируются через одну участками 24—30 *м*. Промежуточные полосы бетонируются после снятия маячных досок и затвердения бетона на соседних полосах.

5.37. Поливинилацетатные мастичные покрытия полов выполняются после окончания всех общестроительных, специальных и отделочных работ, включая окраску и отделку помещения. Эти покрытия устраиваются по выровненному, прочному основанию, огрунтованному равномерным слоем 10%-ной поливинилацетатной эмульсии. Огрунтованное основание должно быть прошпаклевано мастичным составом шпаклевочной консистенции и отшлифовано шлифовальной машиной. Нанесение слоев мастики производится за два-три раза пневматической краскораспылительной установкой.

5.38. Устройство полимербетонного покрытия пола производится по огрунтованному основанию 10%-ной поливинилацетатной эмульсии. Полимербетонная смесь ук-

ладывается полосами шириной 1,5—2 *м*, уплотняется площадочными вибраторами и заглаживается виброрейками. Уложенное полимербетонное покрытие в течение суток через каждые 30—40 *мин* необходимо увлажнять водой. Через 10—15 суток после укладки покрытия следует приступать к ее обработке (шлифовке и натирке).

УСТРОЙСТВО КРОВЕЛЬ ИЗ РУЛОННЫХ И МАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.39. Устройство кровель из рулонных и мастичных материалов включает выполнение следующих работ: устройство пароизоляции из рулонных или мастичных материалов, теплоизоляции — из легкобетонных минеральных плит, гидроизоляционного слоя — из рулонных или мастичных материалов и защитного слоя.

До начала кровельных работ все покрытие здания делится на отдельные карты (участки) с примерно одинаковым объемом работ для возможности их поточной организации.

Устройство пароизоляции производится по очищенному сухому основанию, огрунтованному холодной грунтовкой.

Теплоизоляционный слой устраивается из плитного утеплителя. Выравнивающая стяжка по плитам должна устраиваться из цементно-песчаного раствора с пластифицирующими добавками. Эта стяжка выполняется полосами шириной по 4 *м*. Полосы заполняются через одну. Цементно-песчаная стяжка перед наклейкой рулонного ковра огрунтовывается холодной мастикой. В зимних условиях можно применять асфальтовую стяжку без последующей огрунтовки.

Устройство гидроизоляционного ковра можно производить как ручным, так и механизированным способом. Рулонные материалы с минеральной посыпкой предварительно очищаются от посыпки и перед наклейкой предварительно раскатываются. Мастика для наклейки ковра должна содержать антисептик в количестве 3—5% веса битума.

Для защитного слоя применяются минеральные посыпки (гравий, шлак). При устройстве защитного слоя сначала следует наносить мастику, затем набрасывать подогретый гравий, излишек его смести и затем таким же образом приступить к устройству второго защитного

слоя. Влажный гравий перед укладкой необходимо сушить естественным путем или в сушильном барабане.

5.40. Организация кровельных работ предусматривает выбор и расстановку механизмов, пути движения горизонтального транспорта, места складирования материалов, размещение потоков и др.

5.41. Для устройства кровель из мастичных материалов используются битумно-полимерные эмульсии. Наибольшее распространение получили кровли из битумно-латексных эмульсий и холодных асфальтовых мастик, армированных рубленым стекловолокном.

5.42. Цементно-песчаная стяжка в процессе ее устройства огрунтовывается битумной эмульсией, которая наносится на поверхность стяжки пневматическим распылителем.

5.43. На огрунтованную поверхность последовательно один за другим после высыхания предыдущего наносятся три слоя (толщиной 1,5—2 *мм* каждый) битумно-полимерной эмульсии, затворенной раствором хлористого кальция для ускорения распада эмульсии и образования водонепроницаемой пленки.

Эмульсию рекомендуется наносить агрегатом, состоящим из трехствольного пистолета, напорных баллонов для битумно-полимерной эмульсии и коагулятора (хлористого кальция).

5.44. *Примыкания кровли к вертикальным поверхностям*, а также воронки внутреннего водостока армируются стеклотканью, предварительно смоченной битумно-полимерной эмульсией. По армировке наносится дополнительный слой битумно-полимерной эмульсии с коагуляцией ее раствором хлористого кальция.

5.45. Защитный слой (бронирование гидроизоляции) рекомендуется устраивать по свежеуложенному верхнему слою, посыпая его крупным песком. Устройство бронирующего слоя производится пескоструйным аппаратом.

Для защиты от солнечной радиации и других атмосферных влияний, а также с целью повышения долговечности верхний слой гидроизоляционного покрытия кровель рекомендуется после высыхания покрыть также светозащитным слоем на основе поливинилацетатной эмульсии и алюминиевой пудры.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И УРОВНЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПО РАБОТАМ, ВЫПОЛНЯЕМЫМ СОБСТВЕННЫМИ СИЛАМИ, ПО ГЕНПОДРЯДУ, А ТАКЖЕ ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ РАБОТ

Общее количество специализированных организаций может быть определено по формуле

$$Q = \frac{W}{C},$$

где W — номенклатура основных видов работ на строительстве объекта;

C — коэффициент организационно-технологической совместимости работ. Отражает возможность эффективного выполнения определенного количества видов работ одной организацией. Практика передовых отечественных и зарубежных организаций дает возможность принять коэффициент, равный 2.

Для примера определим расчетное количество специализированных организаций, занятых на строительстве Ново-Липецкого металлургического завода.

Номенклатура основных видов работ на строительстве равна 40, что в данном случае объясняется спецификой строительства металлургических комплексов.

Отсюда $Q = \frac{40}{2} = 20,$

т. е. на строительстве завода при выполнении строительно-монтажных работ должно быть занято 20 специализированных организаций (без учета обслуживающих подразделений и предприятий производственной базы).

Уровень специализации работ может быть определен по формулам:

выполненных организацией собственными силами

$$У_1 = \frac{P_2}{P_1} 100\,(\%);$$

выполненных организацией по генподряду

$$У_2 = \frac{P - P_1 + P_2}{P} 100\,(\%);$$

отдельных видов (по группе генподрядных организаций)

$$У_з = \frac{P_3}{P_4} 100\,(\%),$$

где P — общий объем подрядных работ;

P_1 — объем работ, выполняемых собственными силами;

P_2 — для первичной организации объем работ основного технологического профиля, а для более крупных подразделений объем работ, выполняемый собственными специализированными организациями;

P_3 — объем работ отдельного профиля, выполняемый специализированными организациями;

P_4 — общий объем работ данного профиля.

Примеры расчета уровней специализации приведены в табл. 1.1 и 1.2.

В основе решения структурных форм строительных организаций должна быть отражена тенденция к дальнейшему повышению уровня специализации выполняемых работ.

Необходимость и целесообразность кооперирования определяется организационно-технологической схемой возведения объекта, которая должна обеспечивать четкое разделение процессов по трем направлениям: изготовление конструкций и деталей на специализированных предприятиях, комплектация и доставка их на объекты и производство строительно-монтажных работ. При этом необходимо рассмотрение вариантов схем, позволяющих выявить экономическую эффективность связей как внутренних, так и внешних.

Концентрация строительного производства, характеризуемая большим объемом строительно-монтажных работ в определенном территориальном районе, вызывает необходимость укрупнения и объединения строительных подразделений.

На крупных строительных площадках целесообразно проектировать единую организационно-структурную форму управления строительством.

Вопрос создания организаций типа объединение (трест, комбинат, главк) находятся в прямой зависимости от объемов и структуры работ. Практика строительства и исследования в этой области показали, что целесообразно:

Таблица 1.1

Пример расчета уровней специализации

Строительно-монтажная организация	Уровень специализации в %				
	технологической для работ, выполняемых				отраслевой
	собственными силами $У_1$	по генподряду $У_2$	по видам		
			земляные $У_3$	отделочные $У_3$	
Трест	$\frac{6,0 \cdot 100}{15,2} = 39,5$	$\frac{18,9-15,2+6,0 \cdot 110}{18,9} = 51,3$	$\frac{0,3}{0,7} 100 = 42,9$	$\frac{2,9}{2,9} = 100$	$\frac{14,6}{18,9} 100 = 77,2$
СУ-1	$\frac{0 \cdot 100}{3,6} = 0$	$\frac{6,8-3,6+0}{6,8} = 47,1$	$\frac{0,3}{0,6} 100 = 50,0$	$\frac{0,6}{0,6} 100 = 100$	$\frac{6,0}{6,8} 100 = 88,2$
СУ-2	$\frac{0 \cdot 100}{3,2} = 0$	$\frac{6,2-3,2+0}{6,2} 100 = 48,4$	$\frac{0}{0,1} 100 = 0$	$\frac{0,7}{0,7} 100 = 0$	$\frac{4,2}{6,2} 100 = 67,8$
СУ-3	$\frac{0 \cdot 100}{2,4} = 0$	$\frac{5,9-2,4+0}{5,9} 100 = 58,5$	Работ данного профиля не выполняют	$\frac{1,6}{1,6} 100 = 100$	$\frac{4,4}{5,9} 100 = 74,8$
СУ-4	$\frac{2,2 \cdot 100}{2,8} = 78,6$	$\frac{2,8-2,8+2,2}{2,8} 100 = 78,6$	$\frac{0,3}{0,3} 100 = 100$	Работ данного профиля не выполняют	$\frac{2,0}{2,8} 100 = 71,4$
СУ-5	$\frac{2,9}{3,2} 100 = 90,6$	$\frac{3,2-3,2+2,9}{3,2} 100 = 90,6$	Работ данного профиля не выполняют	$\frac{2,9}{2,9} 100 = 100$	$\frac{2,4}{3,2} 100 = 75,0$

при объемах строительно-монтажных работ 30—100 млн. руб. в узлах сосредоточенного строительства принять структуру — трест — министерство;

при объемах сосредоточенного строительства 100—200 млн. руб. строительно-монтажных работ — управления (тресты) — объединение (комбинат, главк, территориальное управление строительством) — министерство.

Таблица 1.2

Исходные показатели работы треста в млн. руб.

Объем выполненных работ	Данные отчетов					
	треста	строительных управлений				
		1	2	3	4	5
По генподряду . . .	18,9	6,8	6,2	5,9	—	—
В том числе собственными силами P_1 . . .	15,2	3,6	3,2	2,4	2,8	3,2
Основного профиля P_2	—	—	—	—	2,2	2,9
В жилищном строительстве	14,6	6,0	4,2	4,4	2,0	2,4
В различных отраслях промышленности . . .	4,3	0,8	2,0	1,5	0,8	0,8
Общестроительными организациями	9,2	3,6	3,2	2,4	—	—
Субподрядчиками:						
внутренними . . .	6,0	1,8	1,5	2,7	—	—
внешними $P—P_1$ . .	3,7	1,4	1,5	0,8	—	—
По отдельным профилям:						
земляные работы . .	0,7 / 0,3	0,6 / 0,3	0,1 / —	—	0,3 / 0,3	—
дорожные работы и наружные коммуникации	1,9 / 1,9	0,9 / 0,9	0,2 / 0,2	0,8 / 0,8	1,9 / 1,9	—
отделочные работы .	2,9 / 2,9	0,6 / 0,6	0,7 / 0,7	1,6 / 1,6	—	2,9 / 2,9
прочие профили работ	13,4 / 4,6	4,7 / 1,4	5,2 / 2,1	3,5 / 1,1	0,6 / 0,6	0,3 / 0,3

Примечание. В исходном показателе, представленном в таблице в виде дроби, в числителе дан объем работ, выполненный по определенному профилю, а в знаменателе — объем работ, выполненный специализированными организациями.

При этом выявлено, что за счет централизации управления строительством, исключающего дублирование плановых организационных, управленческих и координационных функций, достигается максимальный эффект при сравнительно небольшом количестве инженерно-технических работников, приходящихся на 1 млн. руб. строительно-монтажных работ.

В организационно-структурной форме, проектируемой для строительства объекта в ПОС, необходимо предусматривать:

наименьшую ступенчатость всех уровней управления;

комплекс специализированных строительных организаций, представляющих в совокупности единую организацию типа объединение (трест, комбинат, главк);

максимальное сокращение количества внешних субподрядных организаций;

централизованное руководство, позволяющее достигнуть единство интересов всех подразделений, участвующих в строительстве, при материальной заинтересованности в конечных результатах деятельности — ввод объекта в эксплуатацию.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РАСЧЕТ КОМПЛЕКСНОГО ПОТОКА ПО ЗАДАННОМУ СРОКУ СТРОИТЕЛЬСТВА

В качестве примера рассматривается расчет комплексного потока по строительству завода химического волокна. Предприятие строится в две очереди. В первую очередь строительства включены все объекты завода, кроме одного корпуса производства шелка и относящихся к нему инженерных коммуникаций. Срок строительства предприятия составляет 36 месяцев. Комплексный поток состоит из трех объектных: 1-й — возведение двух основных производственных корпусов с объемом строительно-монтажных работ 8000 тыс. руб. каждый; 2-й — возведение вспомогательных зданий с объемом работ 4000 тыс. руб.; 3-й — возведение инженерных сетей с объемом работ 5000 тыс. руб. Расчет ведется в следующем порядке.

1. Устанавливается продолжительность периода развертывания каждого объектного потока на основании данных приложения 8 «Указаний по проектированию поточного строительства промышленных предприятий» (СН 306-65).

Приняты $\tau_{об_1} = 250$; $\tau_{об_2} = 100$; $\tau_{об_3} = 50$ дням.

2. Определяется продолжительность подготовительного периода по нормам. Обычно она составляет до 25—30% продолжительности строительства промышленного предприятия:

$$T_п = 36 \cdot 25 \cdot 0{,}25 = 225 \text{ дням.}$$

3. Разрабатывается расчетная схема комплексного потока с технологической увязкой объектных потоков с учетом требований ввода отдельных объектов в эксплуатацию в соответствии с установленными очередями строительства (рис. 2.1).

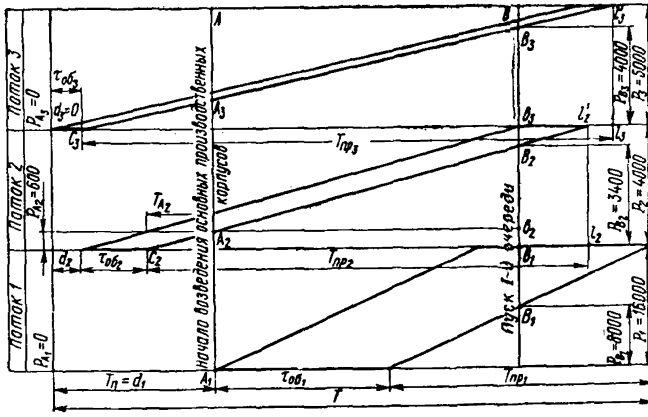


Рис. 2.1. Расчетная схема комплексного потока при заданном сроке строительства

На расчетной схеме указывается степень готовности каждого объектного потока в точках их увязки A и B, расположенных на пересечении линии A—A (начало возведения основных производственных корпусов) и B—B (окончание строительно-монтажных работ по первой очереди) с линией выпуска этими потоками готовой продукции.

Приняты следующие условия увязки объектных потоков в комплексном:

к моменту начала работ по потоку 1 в потоке 2 должны быть построены объекты, используемые для нужд строительства, с объемом строительно-монтажных работ $P_{A_2} = 600$ тыс. руб.;

строительство комплекса начинается с возведения инженерных сетей (поток 3);

к моменту окончания работ по 1-й очереди строительства основных зданий (поток 1) с объемом работ $P_{B_1} = 8000$ тыс. руб. в потоке 2 должны быть закончены здания с объемом строительно-монтажных работ $P_{B_2} = 3400$ тыс. руб., необходимые для нормальных условий эксплуатации 1-й очереди предприятия, а в потоке 3 выполнены работы по возведению инженерных сетей на сумму $P_{B_3} = 4000$ тыс. руб.

4. Устанавливаются параметры объектных потоков. Продолжительность периода выпуска продукции объектного потока по возведению обоих основных производственных корпусов определяется из уравнения

$$T_{\text{пр}_1} = T - (T_{\text{п}} + \tau_1) = 900 - (225 + 250) = 425 \text{ дням}.$$

Так как основные корпуса одинаковые и возводятся последовательно, период выпуска продукции по каждому из них составляет: $T'_{\text{пр}_1} = 425 : 2 = 212$ дней.

Период выпуска продукции потоком 2 определяется из подобия треугольников c_2, l_2, l'_2 и A_2, b_2, B_2:

$$T_{\text{пр}_2} = \frac{P_2}{P_{B_2} - P_{A_2}}\left(T_{\text{об}_1} + \frac{T_{\text{пр}_1}}{2}\right) = \frac{4000}{3400 - 600}(212 + 250) = 661 \text{ день}.$$

Аналогично определяется $T_{\text{об}_3}$:

$$T_{\text{об}_3} = \frac{P_3}{P_{B_3}}(T_{\text{п}} - \tau + \tau_1 + \frac{T_{\text{пр}}}{2}) = \frac{5000}{4000}(225 - 50 + 250 + 212) = 796 \text{ дней}.$$

Время включения объектных потоков в комплексный равно:

$$d_1 = T_{\text{п}} = 225 \text{ дней};$$

$$d_2 = T_{\text{п}} - (T_{A_2} + \tau_2) = T_{\text{п}} - \left(\frac{T_{\text{пр}_2} P_{A_2}}{P}\right),$$

где $T_{A_2} = \frac{T_{пр_2} P_{A_2}}{P_2}$ — период выпуска объектным потоком 2 готовой продукции в подготовительный период (до точки A_2);

$$d_2 = 225 - \frac{661 - 600}{4000} + 100 = 26 \text{ дней};$$

$$d_3 = 0.$$

Определяется интенсивность потребления денежных ресурсов каждого объектного потока:

$$I_1 = \frac{P_1}{T_{пр_1}} = \frac{16\,000}{425} = 37{,}65 \text{ тыс. руб/сутки};$$

$$I_2 = \frac{P_2}{T_{пр_2}} = \frac{4000}{661} = 6{,}05 \text{ тыс. руб/сутки};$$

$$I_3 = \frac{P_3}{T_{пр_3}} = \frac{5000}{756} = 6{,}28 \text{ тыс. руб/сутки}.$$

Проверяется условие $I_{сп} \geqslant П_{min}$.

Рассуждая аналогично предыдущему примеру, получим:

$$I_1 = \frac{21\,000}{425} = 49{,}4 \text{ м}^3\text{/сутки};$$

$$I_2 = \frac{10\,000}{661} = 15{,}1 \text{ м}^3\text{/сутки};$$

$$I_3 = \frac{350\,000}{796} = 440 \text{ м}^3\text{/сутки}.$$

Учитывая, что минимальная производительность кранов на монтаже конструкций 15 $м^3$ в смену, а землеройных машин — 200 $м^3$ в смену, на монтаж конструкций основных корпусов при двухсменной работе потребуется два крана, вспомогательных зданий — один кран, а на землеройные работы — не менее двух машин.

5. На основании произведенных расчетов строится циклограмма комплексного потока (рис. 2.2).

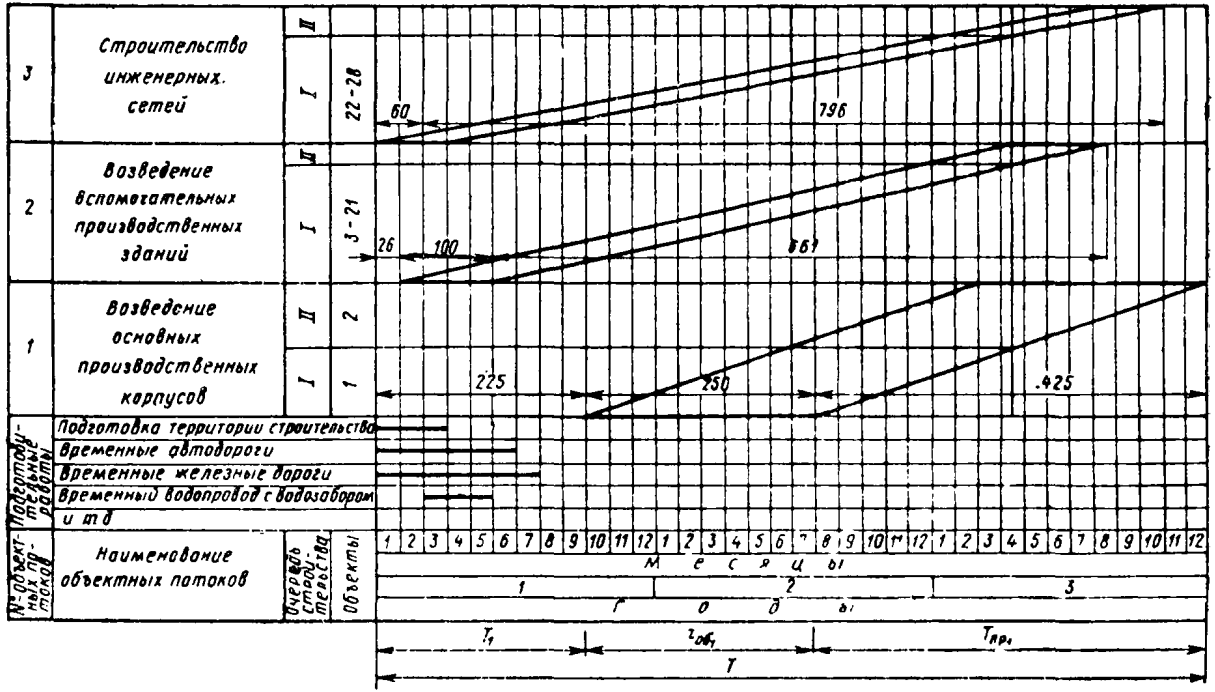


Рис. 2.2. Циклограмма комплексного потока

РАСЧЕТ ОБЪЕКТНОГО ПОТОКА ПО ЗАДАННОМУ СРОКУ СТРОИТЕЛЬСТВА

В качестве примера рассчитываем один из объектных потоков строительства завода искусственного волокна.

В объектный поток включены вспомогательные корпуса завода искусственного волокна с продолжительностью строительства 8 месяцев ($T_{об}=200$ дней). Расчет ведется в следующем порядке.

1. Исходя из анализа работ, включенных в объектный поток, устанавливается его технологическая структура и схемы пространственного развития.

Перечень ведущих специализированных потоков 1—7, объем P и трудоемкость работ Q по отдельным специализированным потокам и участкам приведены в табл. 3.1.

2. Определяется период развертывания каждого ведущего специализированного потока по уравнению

$$r = k(n-1) + \Sigma t_{пер}, \qquad (3.1)$$

где k — продолжительность частного потока на захватке в днях;

n — количество частных ведущих потоков в составе рассматриваемого специализированного;

$\Sigma t_{пер}$ — сумма необходимых технологических и организационных перерывов между частными потоками.

При определении периода развертывания специализированных уравновешенных потоков можно также пользоваться приложением 8 «Указаний по проектированию поточного строительства промышленных предприятий» (СН 306-65).

3. Для каждой пары смежных специализированных потоков определяется коэффициент ν, учитывающий величину минимального организационного перерыва между ними в зависимости от их ритмичности (табл. 3.2),

$$\nu = r\frac{Q_{min}}{Q_э}, \qquad (3.2)$$

Таблица 3.1

Объем и трудоемкость работ по ведущим специализированным потокам

№ потока	Специализированные потоки	Единица измерения	Объемы работ P					Трудоемкость работ Q в чел.-днях				
			всего	по участкам				всего	по участкам			
				1	2	3	4		1	2	3	4
1	Земляные работы . .	$м^3$	8627	826	4369	2081	1351	100	10	56	26	18
2	Устройство фундаментов под конструкции . .	»	2791	805	1053	584	349	2415	94	1232	682	407
3	Кирпичная кладка .	»	4864	1090	1752	944	1078	4852	1109	1701	899	1143
4	Монтаж сборных железобетонных конструкций	»	1066	360	442	204	60	498	155	217	104	22
5	Сантехнические работы	тыс. руб.	54,4	13,7	15,5	14,1	11,1	2461	621	700	640	500
6	Штукатурные работы	$м^2$	11 530	1360	5390	2640	2140	2001	236	934	459	372
7	Электромонтажные работы	тыс. руб.	45,8	4,9	18	16,3	6,6	2083	223	820	740	300

Таблица 32

Определение коэффициента ν

№ специализированного потока	Q_{min}	$Q_э$	r	ν	№ специализированного потока	Q_{min}	$Q_э$	r	ν
1	10	25	1,00	0,40	4	22	124	1,00	0,18
2	94	604	0,50	0,08	5	500	615	0,70	0,57
3	899	1213	1,00	0,74	6	236	500	1,00	0,47

где r — коэффициент, учитывающий процент готовности фронта работ по предыдущему специализированному потоку на участке с минимальной трудоемкостью;

$Q_э$ — средняя (эквивалентная) трудоемкость участка по предыдущему специализированному потоку в чел.-днях.

4. Определяется коэффициент сближения смежных неритмичных специализированных потоков $\alpha_{кр}$:

$$\alpha_{кр} = \frac{\sum\limits_{1}^{x} Q'}{Q'_э} - \frac{\sum\limits_{1}^{x} Q''}{Q''_э}, \qquad (3.3)$$

где x — участок, соответствующий точке максимального сближения потоков;

$\sum\limits_{1}^{x} Q'$; $\sum\limits_{1}^{x} Q''$ — суммы трудоемкостей соответственно первого и второго смежных специализированных потоков от первого участка до точки критического сближения рассматриваемых потоков (на участке x);

$Q'_э$; $Q''_э$ — средние (эквивалентные) трудоемкости соответственно первого и второго рассматриваемых специализированных потоков на участках.

Место критического сближения двух смежных неритмичных потоков находится там, где величина $\alpha_{кр}$ имеет максимальное значение (табл. 3.3).

$$\sum_{1}^{n-1} \alpha_{кр} = 0,44 + 0,26 + 0 + 0,25 + 0,54 + 0,34 = 2,43.$$

5. Определяется средний (эквивалентный) период выпуска готовой продукции на одном участке $t_э$ специализированными потоками:

$$t_э = \frac{T_{об} - \left(\sum_{1}^{n} \tau + \Sigma t_T\right)}{M + \Sigma j + \sum_{1}^{n-1} \alpha_{кр}}, \qquad (3.4)$$

Определение

№ участка	Поток 1				Поток 2		
	$Q_э$	Q	$\frac{\sum_{1}^{x} Q''}{Q_э}$	$\alpha = \frac{1}{Q'_э} - \frac{1}{Q''_э}$; $\sum_{1}^{x} Q'$; $\sum_{1}^{x} Q''$	$Q_э$	Q	$\frac{\sum_{1}^{x} Q}{Q_э}$
1	25	10	0,40	+0,24	604	94	0,16
2		56	2,64	+0,44		1232	2,20
3		26	3,68	+0,37		682	3,31
4		18	4,00			407	4,00
Всего	—	100	—	—	—	2415	—

№ участка	Поток 4				Поток 5			
	$Q_э$	Q	$\frac{\sum_{1}^{x} Q}{Q_э}$	$\alpha = \frac{1}{Q'_э} - \frac{1}{Q''_э}$; $\sum_{1}^{x} Q'$; $\sum_{1}^{x} Q''$	$Q_э$	Q	$\frac{\sum_{1}^{x} Q}{Q_э}$	$\alpha = \frac{1}{Q'_э} - \frac{1}{Q''_э}$; $\sum_{1}^{x} Q'$; $\sum_{1}^{x} Q''$
1	124	155	1,25	+0,24	615	621	1,01	+0,54
2		217	3,00	+0,85		700	2,15	—0,19
3		104	3,83	+0.64		640	3,19	—0,07
4		22	4,00			500	4,00	
Всего	—	498	—	—	—	2461	—	—

где $\Sigma t_т$ — сумма технологических перерывов между специализированными потоками;

M — количество участков на объекте;

$$t_э = \frac{0 - (26 + 0)}{4 + 2{,}44 + 2{,}43} = \frac{174}{8{,}87} = 19{,}6 \approx 20 \text{ дней}.$$

Общая продолжительность специализированного потока

$$t = Mt_э, \tag{3.5}$$

$$t = 4 \cdot 20 = 80 \text{ дней}.$$

Таблица 3.3

$\alpha_{кр}$

$\sum_1^x Q'; \sum_1^x Q''$ $\alpha = \frac{1}{Q'_э} - \frac{1}{Q''_э}$	Поток 3			$\sum_1^x Q'; \sum_1^x Q''$ $\alpha = \frac{1}{Q'_э} - \frac{1}{Q''_э}$
	$Q_э$	Q	$\frac{\sum_1^x Q}{Q_э}$	
—0,76	1213	1109	0,92	—0,33
—0,11		1701	2,31	—0,69
+0,26		899	3,05	—0,78
		1143	4,00	
—	—	4852	—	—

Продолжение табл. 3.3

Поток 6			$\sum_1^x Q'; \sum_1^x Q''$ $\alpha = \frac{1}{Q'_э} - \frac{1}{Q''_э}$	Поток 7		
$Q_э$	Q	$\frac{\sum_1^x Q}{Q_э}$		$Q_э$	Q	$\frac{\sum_1^x Q}{Q_э}$
500	236	0,47	+0,03	521	223	0,43
	934	2,34	+0,34		820	2,00
	459	3,26	—0,16		740	3,42
	372	4,0			300	4,00
—	2001	—	—	—	2083	—

6. Определяется суточная интенсивность специализированных потоков

$$I = \frac{\sum_{1}^{M} P}{M t_э}, \qquad (3.6)$$

например, для специализированного потока по монтажу сборных железобетонных конструкций

$$I = \frac{1066}{4 \cdot 20} = 13{,}3 \ м^3/сутки.$$

Для построения циклограммы объектного потока необходимо определить продолжительность специализированных потоков на участках (табл. 3.4):

$$t_M = \frac{P_м}{I}, \qquad (3.7)$$

где $P_м$ — объем работ на одном участке.

Например, для потока 4:

$$t_1 = \frac{360}{13{,}3} = 27 \text{ дней}; \qquad t_2 = \frac{442}{13{,}3} = 32 \text{ дня};$$

$$t_3 = \frac{204}{13{,}3} = 16 \text{ дней}; \qquad t_4 = \frac{60}{13{,}3} = 5 \text{ дней}.$$

Определив для каждого специализированного потока продолжительность работ на участках, строится циклограмма объектного потока (рис. 3.1). Вначале наносится график первого специализированного потока, к нему пристраиваются графики второго и последующих специали-

Таблица 3.4

Интенсивность и продолжительность специализированных потоков

№ потока	Единица измерения	Интенсивность потока в в сутки	Продолжительность потока по участкам в сутках			
			1	2	3	4
1	$м^3$	108	8	41	19	12
2	»	34,9	23	30	17	10
3	»	61	18	29	15	18
4	»	13,3	27	32	16	5
5	тыс. руб.	0,7	20	22	20	18
6	$м^2$	144,5	9	38	18	15
7	тыс. руб.	0,6	9	31	29	11

зированных потоков с таким расчетом, чтобы минимальные сближения между ними соответствовали ранее принятым.

Календарные сроки выполнения работ специализированных потоков могут быть определены также аналити-

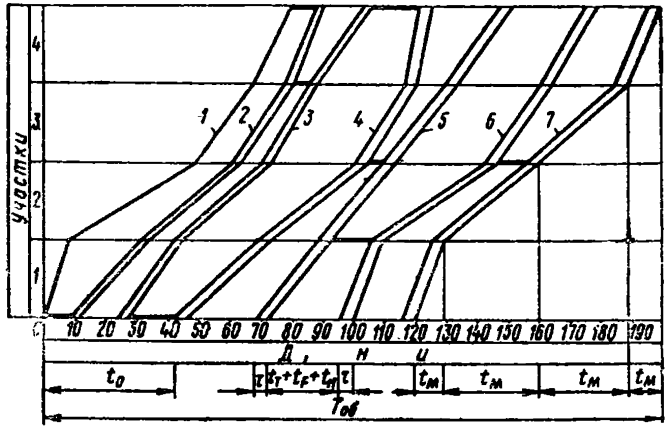


Рис. 3.1. Циклограмма объектного потока

чески. Последовательность расчета координат специализированных потоков проследим на этом же примере. Данные расчета приведены в табл. 3.5.

1. Принимается время включения специализированного потока в объектный поток $t=0$.

2. Координаты первого частного потока каждого специализированного потока определяются из выражений:

$$\left.\begin{aligned} t^{\text{1н}}_{n;\text{М}} &= t_{n;\,1} + t_{n;\,2} + \cdots + t_{n;\,(\text{М}-1)}\,; \\ t^{\text{1о}}_{n;\,\text{М}} &= t^{\text{1н}}_{n;\,\text{М}} + t_{n;\,\text{М}}\,, \end{aligned}\right\} \qquad (3.8)$$

где $t^{\text{1н}}_{n,\text{М}}$ и $t^{\text{1о}}_{n,\text{М}}$ — соответственно координаты начала и окончания работ n-го специализированного потока на участке М;

$t_{n,\text{М}}$ — продолжительность работ n-го специализированного потока на участке М.

Например, координаты первого частного потока 1-го специализированного потока на 3-м участке:

$$t^{\text{1н}}_{1;3} = t_{1;1} + t_{1;2} = 8 + 41 = 49 \text{ дней};$$

$$t^{\text{1о}}_{1;3} = t^{\text{1н}}_{1;3} + t_{1;3} = 49 + 19 = 68 \text{ дней}.$$

Таблица 3.5

Определение координат специализированных потоков

№ участка	Специализированные потоки														
	1			2						3					
	t_M	$t'^{н(о)}_M$	$t'^{н(о)}_M$	$t^{н(о)}_Л$	$t_о$	t_M	$t^{н(о)}_\alpha$	$t'^{н(о)}_M$	$t^{н(о)}_M$	$t^{н(о)}_Л$	$t_о$	t_M	t_α	$t'^{н(о)}_M$	$t^{н(о)}_M$
4	12	80	80	88	[8]	10	80	88	91	97	17	18	80	104	107
		68	68	76	6		70	78	81	86	24		62	86	89
3	19	68	68	76	4	17	70	78	81	86	22	15	62	86	89
		49	49	57			53	61	64	69			47	71	74
2	41	49	49	57	—7	30	53	61	64	69	21	29	47	71	74
		8	8	16			23	31	34	39			18	42	45
1	8	8	8	16	[8]	23	23	31	34	39	16	18	18	42	45
		0	0	8			0	8	11	16			0	24	27
t_F				8						5					
t_T				0						0					
$\tau_{сп}$			0						3					24	3
$t_{о\,max}$								8							

Продолжение табл. 3.5

№ участка	Специализированные потоки											
	4								5			
	$t^{н(о)}_{Л}$	$t_о$	$t_М$	t_α	$t'^{н(о)}_{М}$	$t^{н(о)}_{М}$	$t^{н(о)}_{Л}$	$t_о$	$t_М$	t_α	$t'^{н(о)}_{М}$	$t^{н(о)}_{М}$
4	122	42	5	80	122	126	131	51	18	80	148	152
	104	29		75	117	121	126	64		62	130	134
3	104		16	75	117	121	126	[68]	20	62	130	134
	89	30		59	101	195	110			42	110	114
2	89		32	59	101	105	110		22	42	110	114
	60	33		27	69	73	78	58		20	88	92
1	60		27	27	69	73	78		20	20	88	92
	42	[42]		0	42	46	51	51		0	68	72
t_F	15						5					
t_T	0						0					
$\tau_{сп}$	3					4						4
$t_{о\,max}$					42						68	

Продолжение табл. 3.5

№ участка	Специализированные потоки											
	6						7					
	$t_{Л}^{н(о)}$	$t_{о}$	$t_{М}$	t_{α}	$t'^{н(о)}_{М}$	$t_{М}^{н(о)}$	$t_{Л}^{н(о)}$	$t_{о}$	$t_{М}$	t_{α}	$t'^{н(о)}_{М}$	$t_{М}^{н(о)}$
4	165	85	15	80	176	180	189	109	11	80	196	200
	147	82		65	161	165	174	105		69	185	189
3	147		18	65	161	165	174		29	69	185	189
	127	80		47	143	147	156	116		40	156	160
2	127		38	47	143	147	156		31	40	156	160
	105	96		9	105	109	118	109		9	125	129
1	105		9	9	105	109	118		9	9	125	129
	85	85		0	96	100	109	109		0	116	120
t_F	13							9				
t_T	0							0				4
$\tau_{сп}$						4						
$t_{о\ max}$					96						116	

3. Определяются координаты периода выпуска продукции специализированных потоков

$$t^{н(о)}_{n;м} = t'^{н(о)}_{n;м} + \tau_{сп\,(n)}. \qquad (3.9)$$

Для специализированного потока на 3-м участке

$$t^{н}_{1;3} = t'^{н}_{1;3} + \tau_{сп(3)} = 49 + 0 = 49 \text{ дней}.$$

4. Определяются координаты левой границы 2-го специализированного потока

$$t^{н(о)}_{л(n;м)} = t^{н(о)}_{n-1;\,м} + t_T + t_F, \qquad (3.10)$$

где t_F — организационный перерыв между специализированными потоками, необходимый для накопления достаточного фронта работ предыдущим потоком:

$$t_F = t_{Mmin}.$$

Если известно количество захваток m каждого потока, величина t_F определяется из выражений:

$$t_{F\,(n;\,n-1)} = \frac{m_n}{m_n + 1}\, k_{n\,i}; \qquad (3.11)$$

$$t^{о}_{F(n;n+1)} = \frac{m_n + 1}{m_n}\, k_{n+1}, \qquad (3.12)$$

где k — модуль цикличности специализированного потока.

Для 2-го потока на 3-м участке

$$t^{н}_{л(2;3)} = t^{н}_{1;3} + t_T + t_F = 49 + 0 + 8 = 57 \text{ дней}.$$

5. Определяются координаты увязываемого потока $t^{n(о)}_{\alpha(n;м)}$ на границах участка, принимая время его включения $t_{о(м)} = t^{н}_{\alpha(n;1)} = 0$.

Для 2-го потока на 3-м участке

$$t^{н}_{\alpha(2;3)} = t_{2;1} + t_{2;2} = 23 + 30 = 53 \text{ дня};$$

$$t^{о}_{\alpha(2;3)} = t^{н}_{\alpha(2;3)} + t_{2;3} = 53 + 17 = 70 \text{ дней}.$$

6. Определяется время включения 2-го специализированного потока в объектный поток при условии его критического сближения с предыдущим (последовательно на границах каждого участка):

$$t^{н(о)}_{о(n;м)} = t^{н(о)}_{л(n;м)} - t^{н(о)}_{\alpha(n;м)}. \qquad (3.13)$$

На 3-м участке 2-го специализированного потока

$$t^{н}_{о(2;3)} = t^{н}_{л(2;3)} - t^{н}_{а(2;3)} = 57 - 53 = 4 \text{ дня}.$$

Координаты работ специализированных потоков, вычисленные аналитически, соответствуют данным ранее построенной циклограммы производства работ (см. рис 3.1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

РАСЧЕТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПОТОКА ПО МОНТАЖУ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

В качестве примера рассматривается организация потока по возведению каркаса главного корпуса завода ацетатного шелка. Требуется запроектировать специализированный поток по монтажу каркаса основных производственных цехов главного корпуса завода ацетатного шелка — химического, прядильного, текстильного и цеха предварительной сортировки и комплектации. Эти цехи расположены в одноэтажной многопролетной части здания главного корпуса с сеткой колонн 30×6 *м*.

Каркас здания: колонны, балки, ригели, фермы и плиты покрытия — сборные железобетонные весом 1,6—23 *т*. Плиты покрытия размером (1—3)×6 *м*.

Исходя из объемно-планировочных характеристик здания, веса и габаритов монтажных элементов, принимаем для монтажа конструкций каркаса краны Э-652 и СКГ-50.

Монтаж железобетонных конструкций производится комбинированным методом по VI варианту сочетания комплектов конструкций: монтаж колонн ведут краном Э-652, монтаж ферм и плит покрытия — краном СКГ-50.

Рассматриваемым специализированным потоком выполняются следующие работы:

установка сборных железобетонных колонн	968 *м*³
монтаж сборных железобетонных ферм, ригелей, балок	2618 »
монтаж плит покрытия и перекрытия . .	2834 »
замоноличивание стыков ферм	605 узлов
заливка швов плит покрытия	25 000 *м*

Из предварительного расчета объектного потока расчетная продолжительность периода выпуска продукции в рассматриваемом потоке $T_{сп}=149$ дней.

Расчет ведется в следующем порядке.

1. Устанавливается структура потока.

В зависимости от характера выполнения работ и глубин расчленения технологического процесса специализированного потока устанавливаются три частных потока в составе специализированного (монтаж колонн и заделка стыков, монтаж ферм и плит покрытия, заливка швов плит и замоноличивание стыков ферм). Принимается за определяющий 2-й частный поток по монтажу ферм и плит покрытия.

2. Устанавливается продолжительность необходимых технологических и организационных перерывов между смежными частными потоками.

Технологический перерыв между 1-м и 2-м частными потоками назначается из условия твердения бетона в стыках колонн. $t_т=4$ дня; работы 3-го частного потока начинаются на следующий день после выполнения работ 2-го частного потока на захватке, т. е. $t_0=1$ день.

3. Определяется система деления корпуса на участки и захватки.

На основании объемно-планировочного и конструктивного решения с учетом объема работ корпус делится на восемь участков таким образом, что каждый цех делится продольной осью корпуса на два участка.

В качестве захватки должна приниматься часть цеха, на которой продолжительность выполнения отдельных процессов составляет принятую единицу времени, определяющую ритм потока (обычно от 0,5 смены до 3—5 суток).

В данном случае за величину захватки принимается суточный объем работ.

4. Определяются объемы работ и трудоемкость для каждого частного потока по участкам (табл. 4.1).

Суточная трудоемкость определяющего частного потока равна:

$$Q_{сут}=\frac{Q_2}{T_{сп}}, \qquad (4.1)$$

где Q_2 — трудоемкость работ 2-го частного потока по монтажу ферм и плит покрытия в чел.-час.;

$$Q_{сут_2}=\frac{8527{,}93}{149}=57{,}2 \text{ чел.-часа.}$$

Таблица 4.1

Стоимость и затраты труда по монтажу сборных железобетонных конструкций

Основание (сборник 4—1 ЕНиР)	Наименование работы	Состав бригады (звена)	Единица измерения	Объем работ	На единицу измерения		На весь объем	
					Н. вр.	Расц.	трудоемкость в чел.-час.	Сумма в руб.—коп.
§4—1—4	Установка колонн с выверкой и заделкой стыков	*Монтажники конструкций 5 разр. — 3 4 » — 3 3 » — 9*	$м^3$	968	3,778	1—93,5	3657,104	**1873—08**
§4—1—6	Монтаж ферм, ригелей и балок с выверкой и электросваркой	—	»	2618	1,52	0—77,3	3979,36	**2023—71,4**
§4—1—7	Монтаж плит покрытия и перекрытия	*Электросварщик 5 разр.—1*	»	2834	1,605	0—70,7	4548,57	**2003—63,8**
§4—1—17	Замоноличивание стыков ферм	*Бетонщики 4 разр. — 1 3 » — 1*	узел	605	2,21	1—00,9	1337,05	**610—44,5**
§4—1—8	Заливка швов плит покрытия	*Плотники 4 разр. — 1 3 » — 1*	100 *м*	250	7,0	3—20	1750,0	**800—00**
	Итого	—	—	—	—	—	15272,084	7310—87,7

Таблица 4.2

Объемы и продолжительность выполнения работ специализированным потоком по монтажу сборных железобетонных конструкций

№ частного потока	Работы, выполняемые в технологической последовательности	Единица измерения	Интенсивность частного потока (объем работ в сутки)	Общий объем и продолжительность выполнения работ	Объем и продолжительность выполнения работ по участкам							
					1	2	3	4	5	6	7	8
1	Монтаж колонн с заделкой стыков	$м^3$	8,88	968 / 109	109 / 7	127 / 7	151 / 11	164 / 16	112 / 21	96 / 11	101 / 14	108 / 22
2	Монтаж ферм и плит покрытия	»	50,12	5463 / 109	326 / 7	332 / 7	569 / 11	688 / 16	1155 / 21	561 / 11	692 / 14	1140 / 22
3	Заливка швов плит и замоноличивание стыков ферм	»	229,3	25 000 / 109	1605 / 7	1605 / 7	2525 / 11	3670 / 16	4810 / 21	2525 / 11	3210 / 14	5050 / 22

Примечание. В числителе приводится объем работ, в знаменателе — продолжительность работ в сутках.

По принятой технологии, организации и механизации работ по монтажу суточная трудоемкость составляет 9 чел.$\times$8 *ч* = 72 чел.-часа.

Уточняется продолжительность выполнения работ определяющим частным потоком с учетом перевыполнения норм на 10%:

$$t_{\text{опр}} = \frac{Q}{Q_{\text{сут}\,n}}; \tag{4.2}$$

$$t_{\text{опр}} = \frac{8527{,}9}{72 \cdot 1{,}1} = 100 \text{ дней}.$$

Определяется суточная трудоемкость работ по каждому потоку в соответствии с уточненной продолжительностью определяющего потока (табл. 4.2).

Для 1-го частного потока

$$Q_{\text{сут}_1} = \frac{Q_1}{t_{\text{опр}}} = \frac{457{,}2}{109} = 4{,}8 \text{ чел.-дня};$$

для 2-го частного потока

$$Q_{\text{сут}_2} = \frac{1065{,}9}{109} = 11{,}2 \text{ чел.-дня};$$

для 3-го частного потока

$$Q_{\text{сут}_3} = \frac{385{,}9}{109} = 4 \text{ чел.-дня}.$$

5. Определяются интенсивность частных потоков и продолжительность их выполнения в целом и по участкам (табл. 4.2):

$$i = \frac{P}{t_{\text{опр}}}. \tag{4.3}$$

Например, для 1-го частного потока

$$i_1 = \frac{968}{109} = 8{,}9 \text{ } м^3/\text{сутки};$$

для 2-го частного потока

$$i_2 = \frac{5463}{109} = 50{,}1 \text{ } м^3/\text{сутки};$$

для 3-го частного потока

$$i_3 = \frac{25\,000}{109} = 229{,}3 \text{ } м/\text{сутки}.$$

Продолжительности выполнения работ в сутках получаются путем деления трудоемкости работ на каждом участке на суточную трудоемкость.

6. Проверяется соответствие расчетных параметров специализированного потока требованию $I_{сп} > П_{min}$ (где $I_{сп}$ — интенсивность специализированного потока, а $П_{min}$ — минимальная допускаемая производительность комплекта машин).

$$I_{сп} = i_1 + i_2 = 8{,}9 + 50{,}1 = 59 \ м^3/сутки.$$

Производительность крана Э-652 на монтаже колонн:

$$П^{к}_{min} = \frac{480}{T_ц} \cdot \frac{P}{n} k_в; \qquad (4.4)$$

$$П^{к}_{min} = \frac{480}{88{,}68} \cdot \frac{968}{579{,}9} 0{,}82 = 7{,}6 \ м^3/сутки.$$

Производительность крана СКГ-50:
на монтаже ферм

$$П^{ф}_{min} = \frac{480}{152{,}83} \cdot \frac{2618}{347} 0{,}83 = 1 \ ,1 \ м^3/сутки;$$

на монтаже плит покрытия

$$П^{п}_{min} = \frac{480}{66{,}44} \cdot \frac{2834}{790} 0{,}83 = 21{,}6 \ м^3/сутки;$$

$$П_{min} = 7{,}6 + 19{,}1 + 21{,}6 = 48{,}3 \ м^3/сутки.$$

Таким образом, требование $I_{сп} > П_{min}$ соблюдается.

7. Строится циклограмма специализированного потока, исходя из производительности частных потоков на участках. При этом расчетное сближение между потоками может определяться аналитически или графически на циклограмме частных потоков.

Так как в рассматриваемом специализированном потоке все частные потоки равноритмичные, необходимость в расчете сближений между частными потоками отпадает. В этом случае величина сближения потоков на границах всех участков одинакова и принимается между 1-м и 2-м частными потоками равной их величине критического сближения:

$$Q_1 = t_т + T_о = 4 + 1 = 5 \text{ дней},$$

а между 2-м и 3-м потоками — равной величине организационного перерыва между ними:

$$Q_2 = t_о = 1 \text{ день}.$$

Величина технологического цикла специализированного потока:

$$\tau_1 = Q_1 + Q_2;$$

$$\tau_1 = 5 + 1 = 6 \text{ дней.}$$

Продолжительность специализированного потока:

$$T_{сп} = \tau_1 + t_{опр};$$

$$T_{сп} = 6 + 109 = 115 \text{ дней.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ НЕРИТМИЧНЫХ ПОТОКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ И ЭЦВМ

1. Определение последовательности возведения объектов комплекса

Пусть задан комплекс из m объектов (или их частей — участков, захваток), на каждом из которых необходимо выполнить n видов работ. Требуется определить такую последовательность строительства объектов, при которой общий срок строительства (продолжительность критического пути $T_{кр}$) будет минимальным. При этом некоторые объекты или их части могут возводиться только в определенной технологической последовательности, которую необходимо также сохранить.

Для решения задачи первоначально (см. табл. 5.1) определяются суммы продолжительностей работ в потоках и на объектах, а затем выделяется из них максимальная. При этом возможны четыре наиболее характерных случая.

Первый случай — максимальную продолжительность работ имеет 1-й поток. В этом случае по каждому объекту определяется сумма продолжительностей работ в потоках — во 2, 3, ..., n-м потоках, выявляется g-й объект, имеющий минимальную среди этих сумм, и он помещается на последнее, m-е место. Критический путь будет иметь минимальную продолжительность, если он будет проходить по работам 1-го потока и g-го объекта, поставленного на m-е место, т. е.:

$$T_{\text{кр. min}} = \sum_{i=1}^{m} t_{1;i} + \sum_{j=2}^{n} t_{j;g(m)} + \sum t_T , \qquad (5.1)$$

где $t_{1;i}$ — продолжительность i-й ($i=1, 2, ..., m$) однородной работы в 1-м потоке;

$t_{j;g(m)}$ — продолжительность работы в j-м ($j=2, 3, . . , n$) потоке на g-м объекте, помещенном на последнее, m-е место;

t_T — величина технологического перерыва между двумя потоками (например, твердение бетона, сушка штукатурки и т. д.).

Для того чтобы критический путь проходил по работам 1-го потока и g-го объекта, поставленного на m-м месте, т. е. его продолжительность была минимальной, должны соблюдаться следующие условия:

$$\left.\begin{aligned} t_{1;i} &\geqslant t_{2;(i-1)};\\ t_{1;i} - t_{2;i} &\geqslant t_{2;(i-1)} + t_{3;(i-1)};\\ \cdots\cdots\cdots\

Для того чтобы критический путь проходил по работам f-го объекта, поставленного на 1-е место, и завершающего n-го потока, т. е. его продолжительность была минимальной, должны соблюдаться следующие условия:

$$\left.\begin{array}{c} t_{n;(i-1)} \geqslant t_{(n-1);i}; \\ t_{(n-1);(i-1)} + t_{n;(i-1)} \geqslant t_{(n-2);i} + t_{(n-1);i}; \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ t^2_{;(i-1)} + \cdots + t_{(n-1);(i-1)} + t_{n;(i-1)} \geqslant t_{1;i} + \cdots + \\ + t_{(n-2);i} + t_{(n-1);i}. \end{array}\right\} \quad (5.4)$$

Если часть или все условия формулы (5.4) для некоторых объектов не соблюдаются, их следует размещать как можно ближе к концу графика.

Третий случай — максимальную продолжительность работ имеет один из промежуточных потоков, например ,p-й.

В этом случае по каждому объекту определяется сумма продолжительностей работ в 1, 2, ..., (p—1)-м потоках и выявляется f-й объект, имеющий минимальную продолжительность, затем по каждому объекту определяется сумма продолжительностей работ в (p+1); (p+2), ..., n-м потоках и выявляется g-й объект, имеющий минимальную среди этих сумм. Далее f-й объект помещается на 1-е место, а g-й — на последнее, m-е место. Критический путь будет иметь минимальную продолжительность, если он будет проходить по работам f-го объекта на 1-м месте, p-го потока и g-го объекта на последнем, m-м месте, т. е.

$$T_{\text{кр.min}} = \sum_{j=1}^{p-1} t_{j;f(1)} + \sum_{i=1}^{m} t_{p;i} + \sum_{j=p+1}^{n} t_{j;g(m)} + \sum t_T, \quad (5.5)$$

где $t_{j;f(1)}$ — продолжительность работы в j-м (j=1, 2, ..., p—1) потоке на f-м объекте, помещенном на первое место;

$t_{p;i}$ — продолжительность i-й (i=1, 2, ..., m) однородной работы в p-м потоке;

$t_{j;g(m)}$ — продолжительность работы в j-м (j=p+1, p+2, ..., n) потоке на g-м объекте, помещенном на последнее, m-е место.

Для того чтобы критический путь проходил по работам f-го объекта на 1-м месте, p-го потока и g-го объ-

екта на последнем, m-м месте, т. е. его продолжительность была бы минимальной, одновременно должны соблюдаться условия формул (5.2) и (5.4), причем p-й поток в формуле (5.2) принимается за 1-й, а в (5.4) — за завершающий n-й.

Если часть или все условия формулы (5.2) или (5.4) для некоторых объектов не соблюдаются, их следует размещать согласно 1-му или 2-му случаю. Если же имеются объекты, для которых часть или все условия формул (5.2) и (5.4) не соблюдаются одновременно, то такие объекты предварительно размещаются как можно ближе к середине графика, затем их место уточняется.

Четвертый случай — максимальную продолжительность работ имеет один из объектов, например v-й.

В этом случае для каждого из остальных объектов определяется разность между продолжительностями работ в завершающем и 1-м потоках. Объекты с положительной разностью помещаются перед v-м объектом, а с отрицательной разностью — после него. Критический путь будет иметь минимальную продолжительность, если он будет проходить по работам 1-го потока, v-го объекта, помещенного на S-е место, и завершающего, n-го потока, т. е.

$$T_{\text{кр. min}} = \sum_{i=1}^{s-1} t_{1;i} + \sum_{j=1}^{n} t_{j;v(s)} + \sum_{i=s+1}^{m} t_{n;i} + \sum t_T , \qquad (5.6)$$

где $t_{1;i}$ — продолжительность i-й ($i=1, 2, ..., s-1$) однородной работы в 1-м потоке;

$t_{j;v(s)}$ — продолжительность работы в j-м ($j=1, 2, ..., n$) потоке на v-м объекте, помещенном на s-е место;

$t_{n;i}$ — продолжительность i-й ($i=s+1, s+2, ..., m$) однородной работы в завершающем, n-м потоке.

Для того чтобы критический путь проходил по работам 1-го потока, v-го объекта на s-м месте и завершающего, n-го потока, т. е. его продолжительность была минимальной, должны соблюдаться условия формулы (5.2) для объектов, размещенных перед v-м объектом, на s-м месте [при этом v-й объект в формуле (5.2) принимается за g-й], и условия формулы (5.4) для объектов, размещенных после v-го объекта на s-м месте [при этом v-й объект в формуле (5.4) принимается за f-й].

Если для некоторых объектов часть или все условия формулы (5.2) или (5.4) не соблюдаются, такие объекты размещаются согласно первому или второму случаю.

Пример. Требуется определить последовательность возведения шести объектов, входящих в состав комплекса очистных сооружений: 1) первичный отстойник № 1; 2) первичный отстойник № 2; 3) вторичный отстойник № 1; 4) вторичный отстойник № 2; 5) контактный резервуар; 6) аэротенк.

На каждом из объектов необходимо выполнить пять видов работ:

I. Земляные работы;

II. Устройство монолитного железобетонного днища;

III. Монтаж сборных железобетонных конструкций;

IV. Торкретные работы;

V. Монтаж оборудования.

По технологическим условиям строительство объектов возможно в любой последовательности. Между II и III видами работ необходимо предусмотреть технологический перерыв (твердение бетона) не менее 5 суток (1 неделя), т. е. $\Sigma t_T = 1$.

Продолжительность работ (в неделях) приведены в табл. 5.1.

Из табл. 5.1 видно, что наибольшую суммарную продолжительность работ имеет 3-й поток (30 недель). На сетевом графике (рис. 5.1), построенном по ранним началам работ (для наглядности — в масштабе времени), критический путь проходит через этот поток.

Согласно третьему случаю решения задачи для каждого объекта определяем сумму продолжительностей 1-го и 2-го потоков ($p=3$), выявляем 4-й объект, имеющий минимальную среди этих сумму ($2+3=5$), и помещаем его на первое место. Затем определяем для каждого объекта суммы продолжительностей 4-го и 5-го потоков, выявляем 5-й объект, имеющий минимальную среди этих сумму ($2+2=4$), и помещаем его на последнее, шестое место, т. е. намечаем предварительно последовательность объектов: 4—1—2—3—6—5. Определяем по формуле (5.5) минимально возможную в данном случае продолжительность критического пути

$$T_{\text{кр. min}} = \sum_{j+1}^{3-1} t_{j;4(1)} + \sum_{i=1}^{6} t_{3;i} + \sum_{j=3+1}^{5} t_{j;5(6)} + \sum t_T =$$

$$= (2+3) + 30 + (2+2) + 1 = 40 \text{ недель}.$$

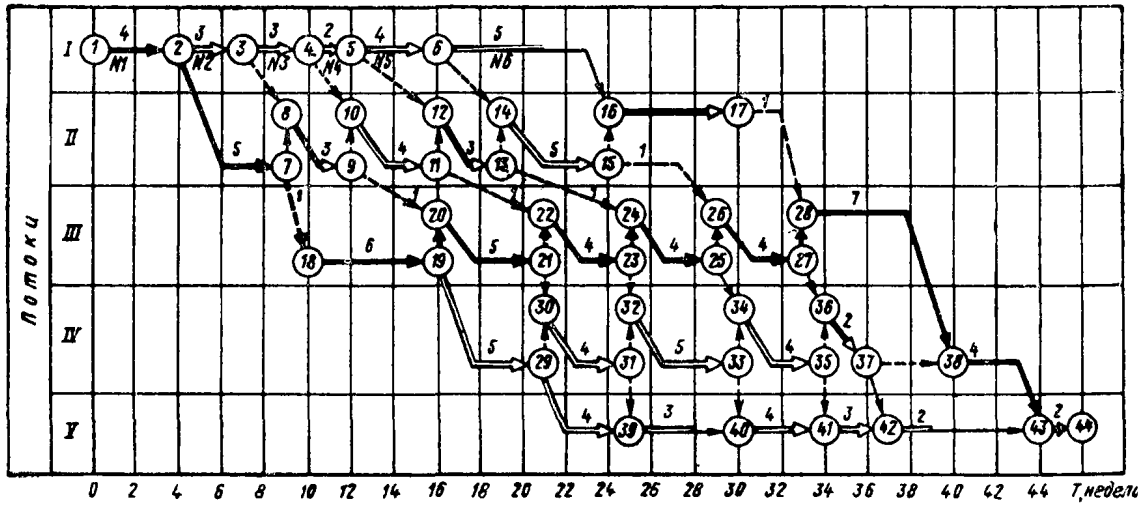


Рис. 5.1. Сетевой график поточного строительства комплекса (шести объектов)

Таблица 5.1

Продолжительность работ в потоках и на объектах

Вид работ	№ потока	Продолжительность работ на объектах в неделях						Суммарная продолжительность в потоках в неделях
		1	2	3	4	5	6	
Земляные работы	1	4	3	3	2	4	5	21
Устройство монолитного железобетонного днища	2	5	3	4	3	5	6	26
Монтаж сборных железобетонных конструкций .	3	6	5	4	4	4	7	30
Торкретные работы	4	5	4	5	4	2	4	24
Монтаж оборудования	5	4	3	4	3	2	2	18
Итого . .	—	24	18	20	16	17	24	—

Для того чтобы критический путь проходил по работам 4-го объекта на первом месте, 3-го потока и 5-го объекта на последнем, шестом месте, т. е. его продолжительность была бы минимальной, равной $T_{\text{кр. min}}=40$, должны соблюдаться условия формул (5.2) и (5.4), причем проверку удобнее начать с условий формулы (5.4) в 3-м и предшествующих потоках, т. е. приняв в них $n=p=3$.

Предварительно на второе место мы наметили 1-й объект. Проверяем условия формулы (5.4) для 4-го (установленного на первое место) и 1-го объектов:

$$t_{34(1)}=4;\ t_{21(2)}=5;\ 4<5;$$

$$t_{24(1)}+t_{34(1)}=3+4=7;\ t_{11(2)}+t_{21(2)}=4+5=9;\ 7<9.$$

Условия формулы (5.4) не соблюдаются, поэтому 1-й объект нельзя ставить на второе место, так как это может удлинить критический путь.

Намечаем 1-й объект на третье, а 2-й — на второе место. Тогда

$$t_{22(2)}=3;\ 4>3;$$

$$t_{12(2)}+t_{22(2)}=3+3=6;\ 7>6.$$

Условия формулы (5.4) соблюдаются, поэтому оставляем 2-й объект на втором месте.

Проверяем условия формулы (5.4) между 2-м и 1-м объектами:

$$t_{32(2)} = 5;\ t_{21(3)} = 5;\ 5 = 5;$$

$$t_{22(2)} + t_{32(2)} = 5 + 3 = 8;\ t_{11(3)} + t_{21(3)} = 4 + 5 = 9;\ 8 < 9.$$

Одно из условий формулы (5.4) не соблюдается ($8 < 9$), поэтому 1-й объект нельзя ставить на третье место. Наметим его на четвертое место, а 3-й объект — на третье место, при этом:

$$t_{23(3)} = 4;\ 5 > 4;$$

$$t_{13(3)} + t_{23(3)} = 3 + 4 = 7;\ 8 > 7.$$

Между 2-м и 3-м объектами условия формулы (5.4) соблюдаются, поэтому 3-й объект оставляем на третьем месте. Проверяем условия формулы (5.4) между 3-м и 1-м объектами:

$$t_{33(3)} = 4;\ t_{21(4)} = 5;\ 4 < 5;$$

$$t_{23(3)} + t_{33(3)} = 4 + 4 = 8;\ t_{11(4)} + t_{21(4)} = 4 + 5 = 9;\ 8 < 9.$$

Условия формулы (5.4) не соблюдаются, но тем не менее 1-й объект отодвигать к концу графика больше не следует, так как для 6-го объекта эти условия не соблюдаются в еще большей мере, а 5-й объект мы в самом начале наметили на последнее, шестое место. Таким образом, принимаем последовательность объектов: 4—2—3—1—6—5.

Теперь проверим условия формулы (5.2) в 3-м и последующих потоках.

Для 2-го и 4-го объектов

$$t_{32(2)} = 5;\ t_{44(1)} = 4;\ 5 > 4;$$

$$t_{32(2)} + t_{42(2)} = 5 + 4 = 9;\ t_{44(1)} + t_{54(1)} = 4 + 3 = 7;\ 9 > 7.$$

Для 3-го и 2-го объектов

$$t_{33(3)} = 4;\ t_{42(2)} = 4;\ 4 = 4;$$

$$t_{33(3)} + t_{43(3)} = 4 + 5 = 9;\ t_{42(2)} + t_{52(2)} = 4 + 3 = 7;\ 9 > 7.$$

Для 1-го и 3-го объектов

$$t_{31(4)} = 6;\ t_{43(3)} = 5;\ 6 > 5;$$

$$t_{31(4)} + t_{41(4)} = 6 + 5 = 11;\ t_{43(3)} + t_{53(3)} = 5 + 4 = 9;\ 11 > 9.$$

Для 6-го и 1-го объектов

$$t_{36(5)} = 7;\ t_{41(4)} = 5;\ 7 > 5;$$

$$t_{36(5)} + t_{46(5)} = 7 + 4 = 11;\ t_{41(4)} + t_{51(4)} = 5 + 4 = 9;\ 11 > 9.$$

Для 5-го и 6-го объектов

$$t_{35(6)} = 4;\ t_{46(5)} = 4;\ 4 = 4;$$

$$t_{35(6)} + t_{45(6)} = 4 + 2 = 6;\ t_{46(5)} + t_{56(6)} = 4 + 2 = 6;\ 6 = 6.$$

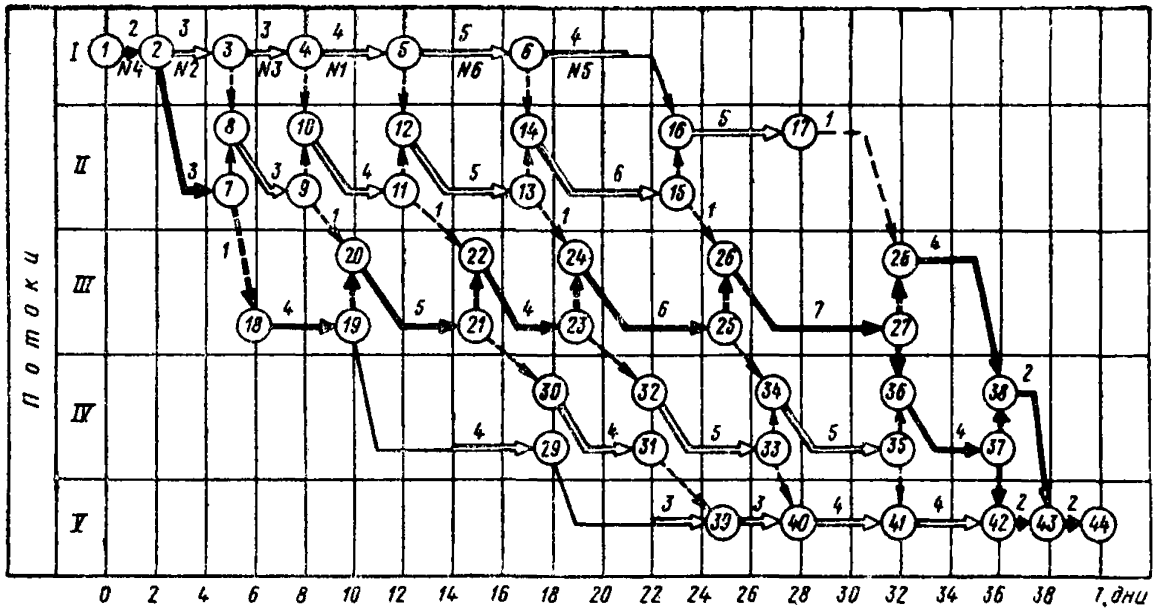


Рис. 5.2. Сетевой график поточного строительства комплекса после установления рациональной последовательности возведения объектов

Условия формулы (5.2) для всех объектов соблюдаются, поэтому окончательно принимаем последовательность строительства объектов 4—2—3—1—6—5.

Строим сетевой график поточного строительства объектов в найденной последовательности (рис. 5.2), рассчитываем его и видим, что $T_{кр} = T_{кр.\,min} = 40$ недель, т. е. на 13% меньше исходного плана.

Полный перебор всех возможных вариантов последовательности ($m! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 720$) не изменит полученного результата.

Теперь определим такие сроки выполнения работ, при которых в потоках будет достигнута непрерывность. Если критический путь проходит по всем потокам (как и в нашем примере), то некритические работы, расположенные в потоках справа от критических, устанавливаются на ранние сроки, а расположенные слева от критических — на поздние сроки. В соответствии с этим работы в 1-м и 2-м потоках устанавливаем на ранние сроки, а в 4-м и 5-м потоках — на поздние сроки. Из рис. 5.2 видим, что при этих сроках во всех потоках достигается полная непрерывность. На практике чаще всего встречаются сетевые графики, в которых критический путь проходит не по всем потокам, а лишь по некоторым из них, т. е. часть потоков не имеет практических работ и указанные сроки могут не совпадать ни с ранними, ни с поздними. В таком наиболее общем случае процесс нахождения сроков выполнения работ, при которых достигается максимально возможная непрерывность в потоках при данной топологии сети, продолжительности критического пути и уровнях потребления ресурсов, будем в дальнейшем называть формированием потоков.

2. Формирование потоков однородных работ

В основу излагаемого алгоритма формирования потоков однородных работ положен принцип смещения некритических работ в пределах полных резервов времени. Алгоритм начинается с обычного расчета временных параметров сетевого графика и работает в следующем порядке.

а) Критические работы не сдвигаются и сроки их выполнения не изменяются.

б) Последовательно в 1, 2, ..., n-м потоках определя-

ются сроки начала некритических работ, расположенных справа от критических, по формуле

$$T^{н}_{i-j} = \max \left\{ T^{ок}_{g-h};\quad T^{ок}_{l-f};\ \cdots; T^{ок}_{c-d} \right\}, \qquad (5.7)$$

где $T^{ок}_{g-h}$ — время окончания предшествующей однородной работы $g—h$;

$T^{ок}_{l-f}; \ldots; T^{ок}_{c-d}$ — сроки окончания работ $l—f$, ..., $c—d$, от которых технологически непосредственно зависит работа $i—j$.

В потоках, не имеющих критических работ, сроки начала завершающих работ определяются по формуле

$$T^{н}_{i-j} = \min \left\{ T^{рн}_{m-n}; \cdots; T^{рн}_{p-s} \right\} - t_{i-j}, \qquad (5.8)$$

где $T^{рн}_{m-n}; \ldots; T^{рн}_{p-s}$ — ранние начала работ $m—n$, ..., $p—s$, которые технологически зависят непосредственно от $i—j$.

в) Последовательно в n, $(n—1)$,..., 1-м потоках определяются сроки начала некритических работ, расположенных слева от критических, по формуле

$$T^{н}_{i-j} = \min \left\{ T^{н}_{k-l};\ T^{н}_{m-n}; \cdots; T^{н}_{p-s} \right\} - t_{i-j}, \qquad (5.9)$$

где $T^{н}_{k-l}$ — срок начала последующей однородной работы $k—l$;

$T^{н}_{m-n}; \ldots; T^{н}_{p-s}$ — начало работ $m—n$, ..., $p—s$, которые технологически зависят непосредственно от $i—j$.

В потоках, не имеющих критических работ, сроки начала работ определяются также по формуле (5.9), кроме завершающих, для которых эти сроки находятся раньше в соответствии с формулой (5.8).

г) Если работы расположены в потоке между критическими, сроки их начала находятся по формуле (5.7).

Рассмотрим пример сетевого графика поточного строительства трех объектов (рис. 5.3), построенного по данным табл. 5.2.

Наибольшую суммарную продолжительность работ имеет 2-й объект (37 дней) по сравнению с другими объектами и потоками, поэтому по работам этого объекта и проходит критический путь, продолжительность которого при последовательности возведения объектов 1—2—3 составляет 53 дня (рис. 5.3, *а*). Согласно четвертому случаю определяем для 1-го и 3-го объектов раз-

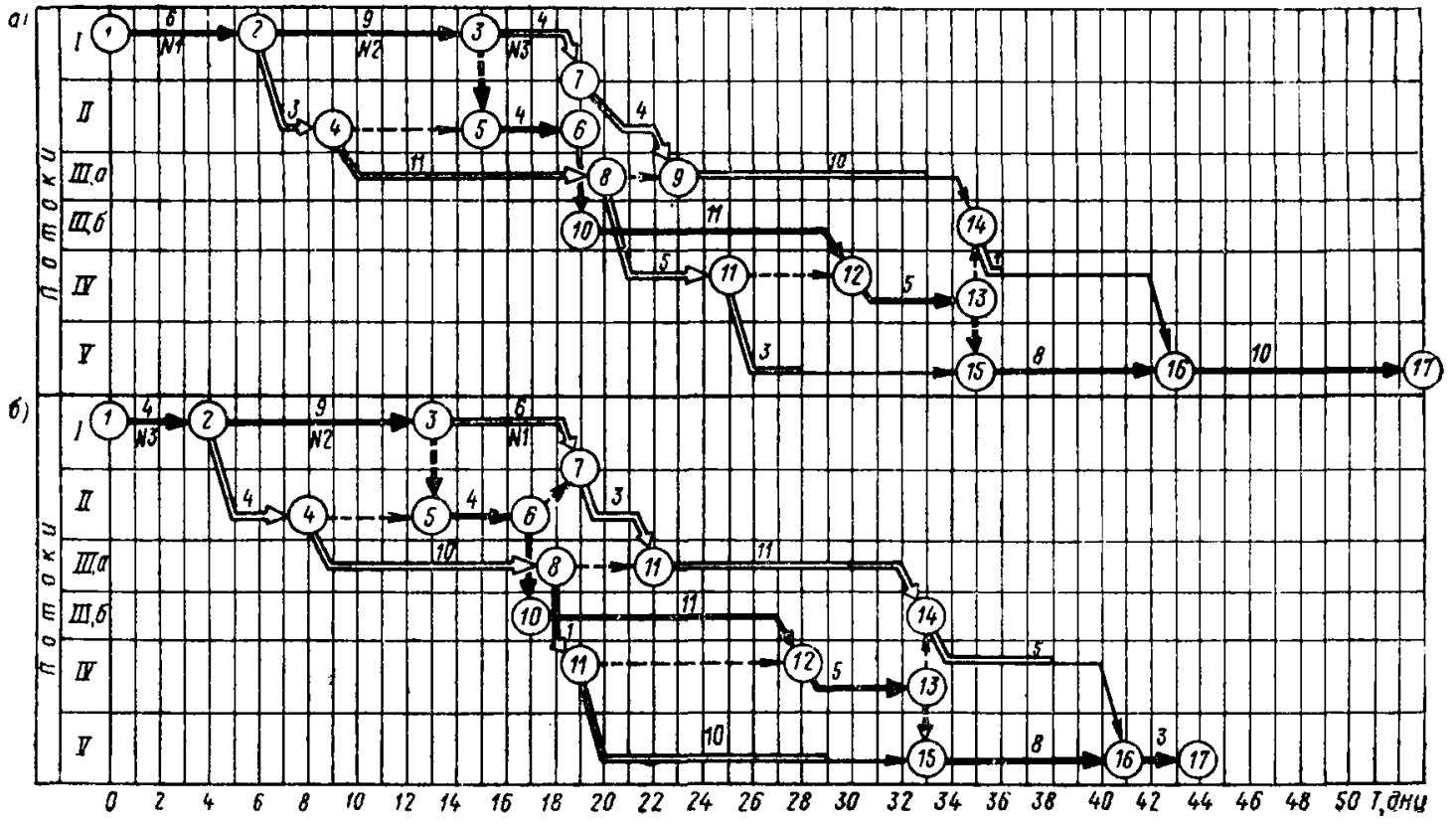


Рис. 5.3. Сетевой график поточного строительства комплекса трех объектов

а — исходный график; *б* — график после установления рациональной последовательности строительства объектов

Таблица 5.2

Продолжительность работ в потоках и на объектах

Вид работ	№ потока	Число рабочих в потоке	Продолжительность работ на объектах в днях			Суммарная продолжительность работ в потоках в днях
			1	2	3	
Земляные работы	1	5	6	9	4	19
Устройство подземной части . .	2	7	3	4	4	11
Возведение надземной части . .	3, а	16	11	—	10	21
	3, б	14	—	11	—	11
Кровельные работы	4	6	5	5	1	11
Отделочные работы	5	4	3	8	10	21
Итого . .	—	—	28	37	29	—

ности между продолжительностями работ завершающего и 1-го потоков: $3-6=-3<0$; $10-4=6>0$.

3-й объект с положительной разностью помещаем перед 2-м, а 1-й, имеющий отрицательную разность, — после 2-го, т. е. принимаем последовательность 3—2—1. При этом $T_{кр}=44$ дня (рис. 5.3, *б*), что на 9 дней, или 17%, меньше исходного плана. Полученное значение $T_{кр}=44$ дня является минимальным, что легко проверить по формуле (5.6) и условиям формул (5.2) и (5.4).

Переходим к формированию потоков с использованием описанного алгоритма.

а) Сроки выполнения критических работ не изменяем.

б) По формуле (5.7) определяем в потоках (начиная с 1-го) сроки начала работ, расположенных справа от критических:

$$T^{н}_{3-7}=\max\left\{T^{ок}_{2-3}\right\}=\max\{13\}=13;$$

$$T^{н}_{7-9}=\max\left\{T^{ок}_{5-6};\ T^{ок}_{3-7}\right\}=\max\{17;19\}=19.$$

В потоке 3, *а* нет критических работ, поэтому срок

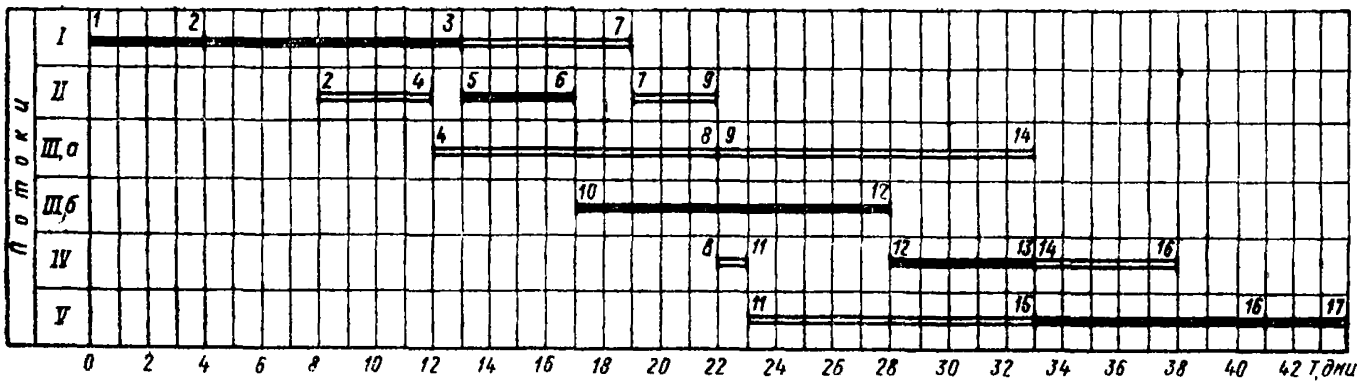


Рис. 5.4. Линейная диаграмма работ сетевого графика после действия алгоритма формирования потоков однородных работ

начала завершающей в нем работы 9—14 определяем по формуле (5.8):

$$T^{н}_{9-14} = \min\left\{T^{рн}_{14-16}\right\} - t_{9-14} = \min\{33\} - 11 = 33 - 11 = 22;$$

$$T^{н}_{14-16} = max\left\{T^{ок}_{12-13};\ T^{ок}_{9-14}\right\} = max\{33;\ 33\} = 33.$$

в) По формуле (5.9) определяем в потоках (начиная с последнего, 4-го) сроки начала работ, расположенных слева от критических:

$$T^{н}_{11-15} = \min\left\{T^{н}_{15-16}\right\} - t_{11-15} = 33 - 10 = 23;$$

$$T^{н}_{8-11} = \min\left\{T^{н}_{12-13};\ T^{н}_{11-15}\right\} - t_{8-11} =$$

$$= \min\{28;\ 23\} - 1 = 23 - 1 = 22;$$

$$T^{н}_{4-8} = \min\left\{T^{н}_{9-14};\ T^{н}_{8-11}\right\} - t_{4-8} =$$

$$= \min\{22;\ 22\} - 10 = 22 - 10 = 12;$$

$$T^{н}_{2-4} = \min\left\{T^{н}_{5-6};\ T^{н}_{4-8}\right\} - t_{2-4} =$$

$$= \min\{13;\ 12\} - 4 = 12 - 4 = 8.$$

По найденным срокам построим для наглядности линейную диаграмму работ сетевого графика (рис. 5.4), на которой видим, что во 2-м и 4-м потоках имеются не устраненные алгоритмом перерывы. Примем это решение за опорное и перейдем к расчету непрерывных потоков на основе анализа параметров сетевого графика.

Расчет непрерывных строительных потоков по возведению комплекса объектов выполняется исходя из заданного срока строительства или имеющихся в распоряжении строительно-монтажной организации ресурсов.

Если расчет ведется по заданному сроку строительства, то вначале необходимо к этому сроку привести продолжительность поточного возведения комплекса (критического пути сетевого графика, скорректированного после действия алгоритма).

3. Приведение продолжительности поточного строительства объектов и комплексов к заданному сроку

При поточном производстве работ необходимо сохранять постоянный уровень потребления ресурсов в потоках, поэтому сокращение продолжительности критического пути сетевого графика объектного или комплексного потока должно выполняться с учетом этой особенности.

Излагаемый алгоритм построен таким образом, что позволяет привести продолжительность критического пути к заданному сроку путем изменения уровней потребления ресурсов в потоках с одновременной ликвидацией всех или большинства перерывов, не устраненных предшествующим алгоритмом формирования потоков.

Данный алгоритм начинает действовать после сформирования потоков и работает в следующем порядке:

а) в каждом потоке подсчитывается суммарная продолжительность критических работ и выбирается поток, в котором она максимальна. Если таких потоков два и более, то предпочтение отдается потоку с наибольшей общей продолжительностью работ. Уровень потребления ресурса в этом потоке повышается на одну единицу[1] и пересчитываются продолжительности составляющих его однородных работ;

б) отыскиваются потоки, имеющие неустраненные перерывы, в каждом из них подсчитывается продолжительность критических работ и выбирается поток, в котором она минимальна. Если имеются потоки с одинаковой минимальной продолжительностью критических работ, предпочтение отдается потоку, имеющему бо́льшую продолжительность перерывов. Уровень потребления ресурса в выбранном потоке понижается на одну единицу, и пересчитываются продолжительности составляющих его однородных работ;

в) рассчитываются новый критический путь и временные параметры сетевого графика, далее применяется алгоритм формирования потоков и повторяются все действия, пока $T_{кр}$ не будет приведена к заданному сроку.

Пусть в нашем примере для возведения трех объектов задан срок $T_з = 40$ дней $< T_{кр} = 44$ дня (см. рис. 5.4).

Определяем в потоках продолжительность критических работ и выявляем 1-й поток, в котором она максимальна (4+9=13). Увеличиваем на 1 количество рабочих в 1-м потоке (5+1=6) и пересчитываем продолжительность работ этого потока:

$$t'_{1-2} = t_{1-2}\frac{5}{6} = 4\frac{5}{6} = 3^*,$$

[1] Под единицей понимается 1 рабочий, 1 звено, 10 *т*, 10 *м*³ и т. д. с учетом конкретных условий.

* Результаты округляются до целых чисел.

$$t'_{2-3} = t_{2-3}\frac{5}{6} = 9\frac{5}{6} = 7;$$

$$t'_{3-7} = t_{3-7}\frac{5}{6} = 6\frac{5}{6} = 5.$$

На диаграмме (рис. 5.4) устанавливаем, что 2-й и 4-й потоки имеют неустраненные перерывы и выбираем 2-й поток, в котором продолжительность критических работ минимальна. Уменьшаем на 1 количество рабочих во 2-м потоке (7—1=6) и пересчитываем продолжительность работ этого потока:

$$t'_{2-4} = t_{2-4}\frac{7}{6} = 4\frac{7}{6} = 5;$$

$$t'_{5-6} = t_{5-6}\frac{7}{6} = 4\frac{7}{6} = 5;$$

$$t'_{7-9} = t_{7-9}\frac{7}{6} = 3\frac{7}{6} = 3.$$

Определяем новый критический путь и временные параметры сетевого графика, применяя алгоритм формирования потоков, и по результатам этих расчетов строим линейную диаграмму (рис. 5.5, *а*). $T_{кр}=42>T_з=40$, поэтому снова определяем в потоках продолжительность критических работ и выявляем потоки 3, *б* и 5-й, в которых она максимальна (11 дней). Увеличиваем на 1 количество рабочих в 5-м потоке[1] (4+1=5) и пересчитываем продолжительности работ этого потока:

$$t'_{11-15} = t_{11-15}\frac{4}{5} = 10\frac{4}{5} = 3;$$

$$t'_{15-16} = t_{15-16}\frac{4}{5} = 8\frac{4}{5} = 6;$$

$$t'_{16-17} = t_{16-17}\frac{4}{5} = 3\frac{4}{5} = 2.$$

На диаграмме рис. 5.5, *а* устанавливаем, что 4-й поток имеет неустраненный перерыв, уменьшаем в нем на 1 (6—1=5) количество рабочих и пересчитываем продолжительности работ:

$$t'_{8-11} = t_{8-11}\frac{6}{5} = 1\frac{6}{5} = 1;$$

[1] 5-му потоку отдано предпочтение ввиду того, что его общая продолжительность больше потока 3, *б*.

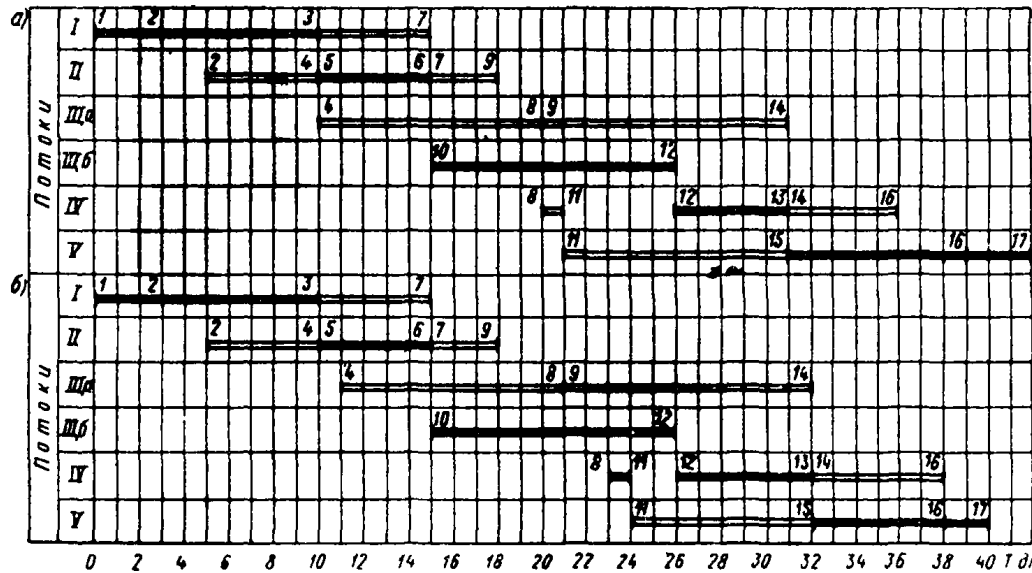


Рис. 5.5. Линейная диаграмма работ сетевого графика после действия алгоритма приведения продолжительности строительства комплекса к заданному сроку

а — первое действие; *б* — второе действие

$$t'_{12-13} = t_{12-13}\frac{6}{5} = 5\frac{6}{5} = 6;$$

$$t'_{14-16} = t_{14-16}\frac{6}{5} = 5\frac{6}{5} = 6.$$

Определяем критический путь и временные параметры сетевого графика, формируем потоки и строим линейную диаграмму (рис. 5.5, *б*). Продолжительность критического пути не превышает заданного ограничения: $T_{кр} = T_з = 40$ дней. Следует отметить, что в результате приведения $T_{кр}$ к $T_з$ общий уровень потребления ресурсов не превысил первоначального. С помощью данного алгоритма можно и дальше сокращать продолжительность критического пути, и хотя при этом большинство перерывов в потоках автоматически ликвидируется, некоторые из них все же могут оставаться неустраненными. В реальных графиках их величина колеблется в значительных пределах, поэтому после сокращения продолжительности критического пути и при оставшихся перерывах необходимо применять метод достижения в потоках полной непрерывности.

4. Расчет непрерывных потоков при заданном сроке строительства

Для достижения непрерывности во всех сформированных потоках они последовательно просматриваются, пока в K-м из них не обнаружатся неустраненные перерывы. Производится проверка: $2K-1 \gtrless n$ (n — количество потоков).

Первый вариант $2K-1 \leqslant n$

а) Пересчитываются продолжительности работ и интенсивность потребления ресурсов в предшествующем, т. е. в $(K-1)$-м, потоке по формулам:

$$t'_{i-j} = t_{i-j}\frac{1}{\alpha}; \qquad (5.10)$$

$$q'_{K-1} = q_{K-1}\frac{\sum_{1}^{m} t_{i-j}}{\frac{1}{m}\sum_{1}^{m} t'_{i-j}}, \qquad (5.11)$$

где t_{i-j} и t'_{i-j} — соответственно ранее планируемая и вновь определяемая продолжительность работ $(K-1)$-го потока;

q_{K-1} и q'_{K-1} — соответственно ранее планируемая и вновь определяемая интенсивность потребления ресурсов в $(K-1)$-м потоке;

α — коэффициент непрерывности K-го потока, равный:

$$\alpha = \frac{T^{н}_{i-j}}{T^{н}_{i-j} - \sum\limits_{1}^{m-1} t_{пер}}, \qquad (5.12)$$

где $i-j$ — работа, расположенная непосредственно после последнего перерыва в K-м потоке;

$T^{н}_{i-j}$ — время начала работы $i-j$, найденное в результате формирования потоков;

$\sum\limits_{1}^{m-1} t_{пер}$ — суммарная величина перерывов в K-м потоке;

m — количество однородных работ в K-м потоке.

Коэффициент $\alpha \geqslant 1$. Если в очередном потоке отсутствуют перерывы, т. е. $\sum\limits_{1}^{m-1} t_{пер} = 0$, то $\alpha = 1$. Это означает, что рассматриваемый поток не требует пересмотра интенсивности потребления ресурса в предшествующем потоке.

б) На сетевом графике отыскивается связь $g-h$, которая соединяет две части критического пути, подвергшуюся изменению и оставшуюся неизменной. Критические работы К-го потока включаются при этом также в измененную часть, если они лежат между перерывами или справа от них. Если же они окажутся расположенными слева от перерывов, то включаются в неизменную часть критического пути. Другими словами, в первом случае К-му потоку принадлежит начальное событие g, а во втором — конечное h связи $g-h$*.

Определяется новая продолжительность связи $g-h$

$$t'_{g-h} = t_{g-h} + \Delta T_{кр}, \qquad (5.13)$$

где $\Delta T_{кр}$ — величина сокращения критического пути.

---

* Поток однородных работ представляет собой в то же время путь сетевого графика.

Второй вариант $2K-1>n$

а) Последовательно просматриваются потоки начиная с n-го, т. е. последнего, пока в p-м ($p \geqslant K$) из них не будут обнаружены перерывы. Тогда пересчитываются продолжительности работ и интенсивность потребления ресурсов в последующем, т. е. в $(p+1)$-м потоке, по формулам:

$$t'_{i-j} = t_{i-j} \frac{1}{\beta}; \tag{5.14}$$

$$q'_{p+1} = r_{p+1} \frac{\sum_{1}^{m} t_{i-j}}{\sum_{1}^{m} t'_{i-j}}, \tag{5.15}$$

где β — коэффициент непрерывности $(p+1)$-го потока, равный:

$$\beta = \frac{T_{\text{кр}} - T^{\text{ок}}_{i-j}}{T_{\text{кр}} - T^{\text{ок}}_{i-j} - \sum_{1}^{m-1} t_{\text{пер}}}, \tag{5.16}$$

где $i-j$ — работа, расположенная непосредственно до первого перерыва в p-м потоке;

$T^{\text{ок}}_{i-j}$ — срок окончания работы $i-j$, найденный в результате формирования потоков.

Коэффициент $\beta \geqslant 1$. Если в очередном потоке отсутствуют перерывы, т. е. $\sum_{1}^{m-1} t_{\text{пер}} = 0$, то $\beta = 1$. Это означает, что рассматриваемый поток не требует пересмотра интенсивности потребления ресурса в последующем потоке.

б) На сетевом графике отыскивается связь $u-v$, которая соединяет две части критического пути — подвергшуюся изменению и оставшуюся неизменной, и по формуле (5.13) определяется ее новая продолжительность. Критические работы p-го потока включаются при этом также в измененную часть, если в отличие от предыдущего они лежат между перерывами или слева от них. Если же они окажутся расположенными справа от перерывов, то включаются в неизмененную часть критического пути. Иначе говоря, в первом случае p-му по-

току принадлежит конечное событие v, а во втором — начальное событие u связи u—v.

С учетом измененных продолжительностей работ и связей формируются потоки и повторяются все действия до тех пор, пока в потоках не будет достигнута полная непрерывность.

Вернемся к нашему примеру (см. рис. 5.5, *б*). Просматриваем потоки и в 4-м из них обнаруживаем перерыв продолжительностью $\sum_{1}^{2} t_{\text{пер}} = 2$ дня. Производим проверку $2K-1=2\cdot 4-1=7>n>5$, т. е. имеет место второй вариант.

а) По формуле (5.16) определяем коэффициент β:

$$\beta = \frac{T_{\text{кр}} - T^{\text{ок}}_{8-11}}{T_{\text{кр}} - T^{\text{ок}}_{8-11} - \sum_{1}^{2} t_{\text{пер}}} = \frac{40-24}{40-24-2} = 1{,}14.$$

Пересчитываем по формулам (5.14) и (5.15) продолжительности работ и интенсивность потребления ресурса в последующем, 5-м потоке:

$$t''_{11-15} = t'_{11-15}\frac{1}{\beta} = 8\frac{1}{1{,}14} = 7;$$

$$t''_{15-16} = t'_{15-16}\frac{1}{\beta} = 6\frac{1}{1{,}14} = 5;$$

$$t''_{16-17} = t'_{16-17}\frac{1}{\beta} = 2\frac{1}{1{,}14} = 2;$$

$$q^{\text{н}}_{V} = q'_{V}\frac{t'_{11-15}+t'_{15-16}+t'_{16-17}}{t''_{11-15}+t''_{15-16}+t''_{16-17}} = 5\frac{8+6+2}{7+5+2} = 6.$$

б) Отыскиваем связь 13—15, которая соединяет две части критического пути — подвергшуюся изменению и оставшуюся неизменной. При этом критическая работа 12—13 4-го потока включается в неизменную часть критического пути, так как расположена справа от перерыва. Определяем по формуле (5.13) продолжительность связи 13—15

$$t'_{13-15} = t_{13-15} + \Delta T_{\text{кр}} = 0 + 1 = 1,$$

где $\Delta T_{\text{кр}} = \left(t''_{15-16} - t'_{15-16}\right) + \left(t''_{16-17} - t'_{16-17}\right) = (6-5)+(2-2)=1.$

Изменяем продолжительности работ 5-го потока и связи 13—15 и вновь формируем потоки (рис. 5.6). Во

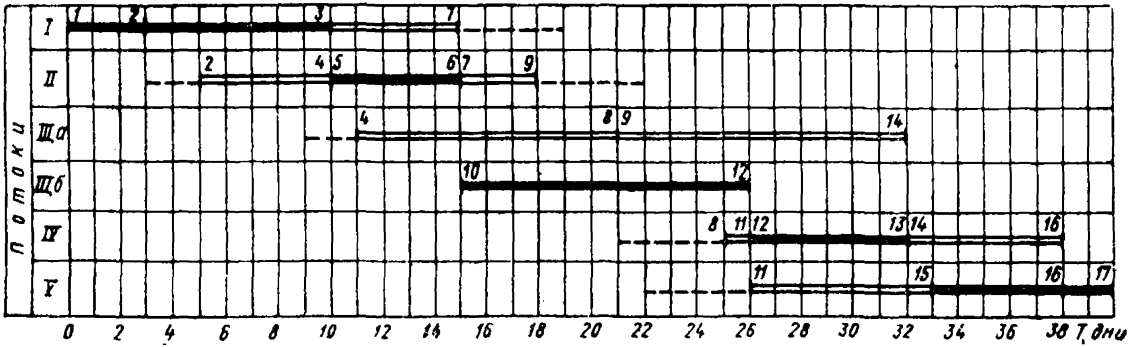


Рис. 5.6. Линейная диаграмма работ сетевого графика после действия алгоритма расчета непрерывных потоков при заданном сроке строительства

всех потоках достигнута непрерывность, причем $T_{кр}$ сохранила прежнее значение.

5. Расчет непрерывных потоков при неизменных уровнях потребления ресурсов в них

Рассмотрим теперь задачу, в некотором смысле обратную решенной в подразделе 4.

Пусть заданные уровни потребления ресурсов в потоках нельзя изменять. Требуется составить такое расписание[1], при котором однородные работы в потоках будут выполняться непрерывно, а продолжительность критического пути будет наименьшей при соблюдении этого условия.

Аналогично предыдущему рассчитывается сетевой график, формируются потоки и последовательно просматриваются, пока в K-м из них не будут обнаружены неустраненные перерывы.

Пусть некоторые связи $d—g$ и $f—h$ лежат на критическом пути, причем $d—g$ имеет продолжительность t_{d-g} и входит в событие g, а $f—h$ — продолжительность t_{f-h} и выходит из события h K-го потока. Между событиями g и h заключен участок критического пути, проходящего через рассматриваемый K-й поток, причем первая работа этого участка совпадает с j-й однородной работой K-го потока ($j=1, 2, ..., m$).

На критическом пути отыскиваем связи $d—g$ и $f—h$ и определяем их новые продолжительности по формулам:

$$t'_{d-g} = t_{d-g} + \sum_{j}^{m-1} t_{пер}; \qquad (5.17)$$

$$t'_{f-h} = t_{f-h} + \sum_{1}^{j-1} t_{пер}, \qquad (5.18)$$

где $\sum_{j}^{m-1} t_{пер}$ — сумма перерывов между однородными работами K-го потока от j-й до m-й работы;

$\sum_{1}^{j-1} t_{пер}$ — то же, от 1-й до j-й работы.

Продолжительности связей заменяются новыми их значениями, и все действия повторяются, пока не будут

[1] Определить время начала и окончания каждой работы.

просмотрены все потоки и в них достигнута полная непрерывность.

Проиллюстрируем сказанное на нашем примере (см. рис. 5.4). Просматриваем потоки и во 2-м из них обнаруживаем перерывы:

$$\sum_{1}^{j-1} t_{\text{пер}} = \sum_{1}^{2-1} t_{\text{пер}} = 1;$$

$$\sum_{j}^{m-1} t_{\text{пер}} = \sum_{2}^{3-1} t_{\text{пер}} = 2.$$

Отыскиваем на критическом пути связи 3—5 и 6—10, из которых первая входит, а вторая выходит из 2-го потока, и по формулам (5.17) и (5.18) определяем их новые продолжительности:

$$t'_{3-5} = t_{3-5} + \sum_{2}^{3-1} t_{\text{пер}} = 0 + 2 = 2;$$

$$t'_{6-10} = t_{6-10} + \sum_{1}^{2-1} t_{\text{пер}} = 0 + 1 = 1.$$

Заменяем продолжительности связей новыми их значениями, формируем потоки, вновь их просматриваем и в 4-м из них обнаруживаем перерыв

$$\sum_{1}^{j-1} t_{\text{пер}} = \sum_{1}^{2-1} t_{\text{пер}} = 5.$$

Отыскиваем на критическом пути связь 13—15, которая выходит из 4-го потока, и определяем по формуле (5.18) ее новую продолжительность:

$$t'_{13-15} = t_{13-15} + \sum_{1}^{2-1} t_{\text{пер}} = 0 + 5 = 5.$$

Заменив продолжительность связи 13—15 новым значением, формируем потоки и обнаруживаем, что во всех потоках достигнута полная непрерывность (рис. 5.7). При этом $T_{\text{кр}}=52$, при меньшей продолжительности критического пути перерывы в потоках неизбежны.

Примечание. Методические рекомендации по расчету неритмичных потоков целесообразно применять совместно с разработанными ЦНИЛОЭС в МИСИ им. В. В. Куйбышева программами для ЭЦВМ «Минск-22».

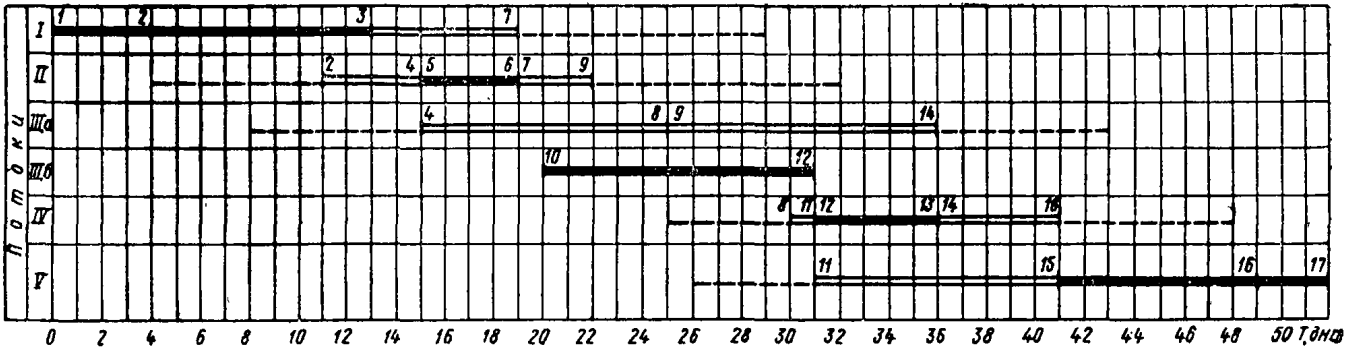


Рис. 5.7. Линейная диаграмма работ сетевого графика после действия алгоритма расчета непрерывных потоков при неизменных уровнях потребления ресурсов в них

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

В качестве примера рассматривается одноэтажный промышленный корпус камвольно-суконного комбината. Корпус имеет размер в плане 420×324 *м*, площадь 136 080 $м^2$, сетку колонн 18×12 *м*, высоту до низа стропильных конструкций 6 *м*.

В этом примере производится вариантное определение последовательности возведения корпуса с учетом выполнения двух ведущих процессов — монтажа строительных конструкций и монтажа технологического оборудования.

Для определения последовательности возведения производственных помещений и участков в пределах корпуса, обеспечивающей скорейшее предоставление фронта работ для монтажа наиболее трудоемкого и сложного оборудования, весь корпус разделен в плане на 29 помещений и участков.

Работы по определению последовательности ведутся в следующем порядке.

Отбираются для рассмотрения 36 вариантов возможных технологических маршрутов монтажных кранов и соответственно определяются последовательности возведения корпуса (рис. 6.1). С учетом особенностей объемно-планировочного и конструктивного решений корпуса в вариантах предусматривается развитие строительных процессов как вдоль, так и поперек пролетов.

По каждому варианту рассчитываются сроки начала и окончания монтажа строительных конструкций в пределах размещения каждого цеха и производства. Результаты расчетов заносятся в табл. 6.1.

Оценка данных, содержащихся в таблице, производится по наименьшим значениям сроков окончания монтажа строительных конструкций в конкретных помещениях или участках по каждому из вариантов в отдельности. Для удобства сравнения эти значения в таблице отмечены контуром. Из этих значений отбирают из всех рассмотренных вариантов одно или несколько наименьших, обусловливающих возможность начала монтажа технологического оборудования в наиболее ранние сроки.

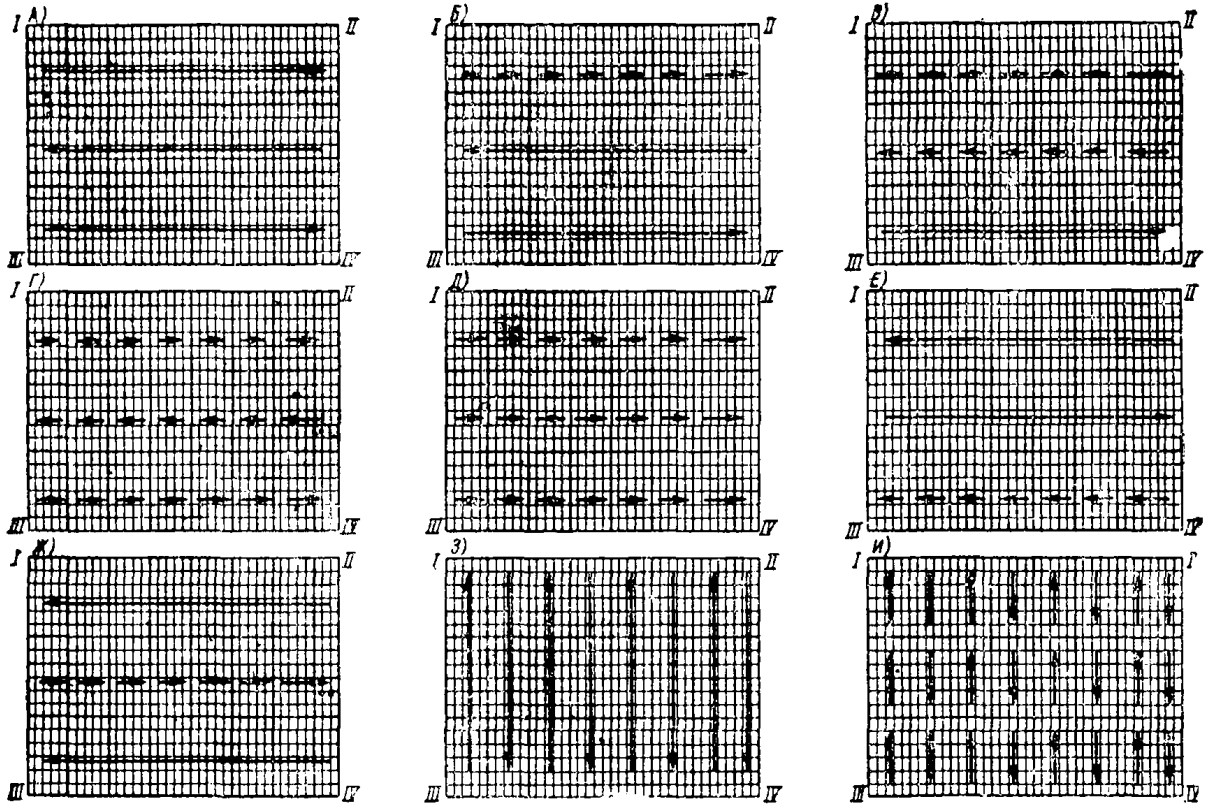


Рис. 6.1. Варианты возведения производственного корпуса камвольно-суконного комбината

Таблица 6.1

Сроки монтажа строительных конструкций в помещениях производственного корпуса камвольно-суконного комбината

№ п.п.	Наименование помещений	Варианты							
		А							
		I		II		III		IV	
		$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
1	Прядильный отдел	1	228	32	197	457	684	488	653
2	Ровничный отдел	8	93	22	107	592	677	578	663
3	Склад ленты и ровницы	136	221	122	207	464	549	478	563
4	Красильно-гладильный отдел . . .	18	59	15	62	626	667	623	670
5	Гребнечесальный отдел	94	211	91	214	474	591	471	594
6	Штапельный отдел	25	52	8	69	633	660	616	677
7	Чесальный и трепальный отдел . .	101	204	84	221	481	584	464	601
8	Красильно-карбонизационный отдел	32	159	4	149	564	653	536	681
9	Трепальный отдел	183	197	156	225	488	501	460	529
10	Склады сырья, химикатов и угаров .	36	193	1	228	492	649	457	684
11	Тростильно-крутильный отдел . . .	229	380	261	348	305	456	337	424
12	Склад и запарка пряжи	235	374	255	354	311	450	331	430
13	Прядильный отдел	341	368	250	359	317	444	326	435
14	Аппаратный отдел	246	363	234	370	322	439	315	446

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Наименование помещений	Варианты							
		А							
		I		II		III		IV	
		$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
15	Угарно-ватинный и смесовый отдел .	257	352	232	377	333	428	308	453
16	Кузница и слесарно-механическая мастерская	264	345	229	380	340	421	305	456
17	Мотально-сновальный отдел . . .	454	608	419	573	77	231	112	266
18	Склад пряжи	450	463	422	491	222	235	194	263
19	Проборный отдел	526	605	498	577	80	159	108	187
20	Шлихтовальный отдел	609	684	640	653	1	76	32	45
21	Ткацкий отдел	440	677	426	663	8	245	22	255
22	Контрольно-чистильный отдел . . .	437	590	436	590	94	248	95	249
23	Ворсовальный отдел	432	589	439	595	97	253	90	246
24	Заварочно-промывной и сукновальный отдел	626	667	617	676	18	59	9	68
25	Стригальный отдел	426	583	444	601	102	259	84	241
26	Прессово-декатировочный отдел . .	422	577	450	605	108	263	80	235
27	Сушильный отдел	639	652	612	681	31	46	4	73
28	Ремстройцех и склад вспомогательной продукции	416	497	381	532	188	269	153	304
29	Склад готовой продукции и экспедиция	568	649	533	684	36	117	1	152

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Варианты															
	Б								В							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
1	1	57	172	228	457	513	628	684	1	57	172	228	628	684	457	513
2	48	117	122	196	489	558	568	637	48	117	122	196	568	637	489	558
3	33	102	112	181	504	573	583	652	33	102	112	181	583	652	504	573
4	113	129	80	136	549	605	556	572	113	129	80	136	556	572	549	605
5	93	149	90	121	559	595	537	592	93	149	90	121	537	592	559	595
6	125	189	8	84	601	677	496	560	125	189	8	84	496	560	601	667
7	135	221	24	104	581	661	464	550	135	221	24	104	464	550	581	661
8	182	209	4	29	654	681	476	501	182	209	4	29	476	501	654	681
9	214	225	35	45	638	649	460	469	214	225	36	45	460	469	638	649
10	186	228	1	48	642	684	457	504	186	228	1	48	157	504	642	684
11	261	348	229	380	305	456	337	424	411	446	229	284	239	274	401	456
12	255	354	235	374	311	450	331	430	380	425	270	305	260	300	380	415
13	250	359	241	368	317	444	326	435	350	394	291	345	301	335	340	394
14	239	370	246	363	322	439	315	446	241	364	331	406	321	396	279	354

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Варианты															
	Б								В							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
15	232	377	257	352	339	428	308	453	232	303	392	437	382	453	248	273
16	229	380	264	345	340	421	305	456	229	260	414	440	430	456	245	276
17	419	573	454	608	77	231	112	266	454	573	256	573	77	231	112	431
18	422	491	450	463	222	235	194	263	425	491	254	491	222	235	194	428
19	498	577	526	605	80	159	108	187	498	577	536	577	80	159	108	187
20	640	653	609	684	1	76	32	45	640	653	640	653	1	76	32	45
21	426	663	440	677	8	245	22	259	340	663	261	663	8	345	22	424
22	436	590	437	590	94	248	95	249	337	590	321	590	94	348	95	364
23	438	595	432	589	97	253	90	246	332	595	349	596	97	353	90	311
24	617	676	626	667	18	59	9	68	617	676	617	667	18	59	9	68
25	444	601	426	583	102	259	84	241	270	601	379	601	102	409	84	306
26	450	605	422	577	108	263	80	235	272	605	449	605	108	413	80	235
27	612	681	639	652	31	46	4	73	612	681	612	681	31	46	4	73
28	381	532	416	497	188	269	153	304	261	532	441	532	188	424	153	244
29	533	684	568	649	36	117	1	152	533	684	533	684	36	117	1	152

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Варианты															
	Г								Д							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
1	1	57	172	228	457	513	628	684	1	57	172	228	457	513	628	684
2	48	117	122	196	489	558	568	637	48	117	122	196	489	558	568	637
3	33	102	112	181	504	573	583	652	33	102	112	181	504	573	588	652
4	113	129	80	136	549	605	556	572	113	129	80	136	549	605	556	572
5	93	149	90	121	559	595	537	592	93	149	90	121	559	595	537	592
6	125	189	8	84	601	677	496	560	125	189	8	84	601	677	496	560
7	135	221	24	104	581	661	464	550	135	221	24	104	581	661	464	550
8	182	209	4	29	654	681	476	501	182	209	4	29	654	681	476	501
9	214	225	36	45	638	649	460	469	214	225	36	45	638	649	460	469
10	186	228	1	48	642	684	457	504	186	228	1	48	642	684	457	504
11	411	446	229	274	401	456	239	274	229	274	411	446	239	274	401	456
12	380	425	270	305	380	415	260	300	270	305	380	425	260	300	380	415
13	350	394	291	345	340	394	301	335	291	345	350	394	301	335	340	394
14	241	364	331	406	279	354	321	396	331	406	241	364	321	396	279	354

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Варианты															
	Г								Д							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
15	232	303	392	437	248	273	382	453	392	437	232	303	382	453	248	273
16	229	260	414	440	245	276	430	456	414	440	229	260	430	456	245	276
17	454	476	256	674	11	431	211	231	256	476	454	674	11	231	211	431
18	425	513	254	656	25	428	172	285	254	513	425	656	25	285	172	428
19	467	508	638	671	14	47	177	220	467	508	638	671	14	47	177	220
20	477	493	628	684	1	57	192	208	477	493	628	684	1	57	192	208
21	340	573	261	652	33	424	112	345	261	573	340	652	33	345	112	424
22	337	576	321	592	93	364	109	348	321	576	337	592	93	348	109	364
23	332	596	374	554	131	336	89	378	374	596	332	554	131	378	89	336
24	549	616	505	572	113	180	69	136	549	616	505	572	113	180	69	136
25	270	661	379	534	151	306	24	409	379	661	270	534	151	409	24	306
26	272	665	450	485	198	235	20	413	450	665	272	485	198	413	20	235
27	669	681	492	501	181	193	4	13	669	681	492	501	181	193	4	13
28	261	652	446	472	218	244	33	424	446	652	261	472	218	424	33	244
29	658	684	473	504	186	212	1	32	658	684	473	504	186	212	1	32

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Варианты															
	Е								Ж							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
1	1	228	32	197	488	653	457	684	1	228	32	197	488	653	457	684
2	8	93	22	107	578	663	592	677	8	93	22	107	578	663	592	677
3	136	221	122	207	478	563	464	549	136	221	122	207	478	563	464	549
4	18	59	15	62	623	670	626	667	18	59	15	62	623	670	626	667
5	94	211	91	214	471	594	474	591	94	211	91	214	471	594	474	591
6	25	52	8	69	616	677	633	660	25	52	8	69	616	677	633	660
7	101	204	24	221	464	601	481	584	101	204	84	221	464	601	481	584
8	32	159	4	149	536	681	564	653	32	159	4	149	536	681	564	653
9	183	197	156	225	460	529	488	501	183	197	156	225	460	529	488	501
10	36	193	1	228	457	684	492	649	36	193	1	228	457	684	492	649
11	229	380	261	348	337	424	305	456	229	274	411	446	239	274	401	456
12	235	374	255	354	331	430	311	450	270	305	380	425	260	300	380	415
13	241	368	250	359	326	435	317	444	291	345	350	394	301	335	340	394
14	246	363	239	370	315	446	322	439	331	406	241	364	321	396	279	354

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Варианты															
	Е								Ж							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
15	257	352	232	377	308	453	333	428	392	437	232	303	382	453	248	273
16	264	345	229	380	305	456	340	421	414	440	229	260	430	456	245	276
17	454	476	419	674	11	266	211	231	256	573	454	608	77	231	112	431
18	450	513	422	656	25	263	172	235	254	491	425	463	222	285	194	428
19	467	508	638	671	14	47	177	220	498	577	526	605	80	159	108	187
20	477	493	628	684	1	57	192	208	640	653	609	684	1	76	32	45
21	440	573	426	652	33	259	112	245	261	663	340	677	8	345	22	424
22	437	576	436	592	93	249	109	248	321	590	337	590	94	348	95	364
23	432	596	439	554	131	246	89	253	374	595	332	589	97	378	90	336
24	549	616	505	572	113	180	69	136	617	676	626	667	18	59	9	68
25	426	661	444	534	151	241	24	259	379	601	270	583	102	409	84	306
26	422	665	450	485	198	235	20	263	450	605	272	577	108	413	80	235
27	669	681	492	501	181	193	4	13	612	681	639	652	31	46	4	73
28	416	652	381	472	218	304	33	269	446	532	261	497	182	424	153	244
29	658	684	473	504	186	212	1	32	533	684	568	649	36	117	1	152

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Варианты															
	З								И							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
1	1	114	571	684	13	126	559	672	1	162	523	684	61	102	583	624
2	142	291	394	543	127	306	378	558	166	342	346	519	103	282	406	582
3	139	294	391	546	130	303	382	553	163	399	343	522	106	279	403	579
4	323	432	253	362	307	416	269	378	347	384	305	338	283	444	235	402
5	319	430	255	366	309	420	265	376	343	382	301	342	285	442	241	400
6	433	542	141	252	449	558	127	236	385	542	143	300	445	606	79	146
7	435	546	139	250	445	556	129	240	387	546	139	298	445	604	81	150
8	573	616	69	112	559	630	55	126	549	568	117	138	609	630	55	78
9	571	618	67	114	563	626	59	122	547	570	115	134	607	626	59	74
10	643	684	1	42	631	672	13	54	667	684	1	18	631	648	37	54
11	7	102	583	678	9	100	585	676	31	150	535	654	33	148	537	652
12	115	210	475	570	117	208	477	568	123	232	447	562	121	240	445	564
13	223	298	387	462	225	300	385	460	211	324	355	474	213	328	357	472
14	315	498	187	370	313	496	189	372	303	496	175	382	331	508	265	384

Продолжение табл. 6.1

№ п.п.	Варианты															
	З								И							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$	$t_{нк}$	$t_{ок}$
15	511	622	63	174	513	624	61	172	483	598	87	202	481	600	85	204
16	639	678	7	46	637	676	9	48	651	666	19	34	649	664	21	36
17	12	52	651	673	3	43	642	682	48	76	609	637	3	55	690	682
18	60	121	564	625	66	115	570	619	36	145	540	649	19	150	523	661
19	57	124	561	628	68	113	572	617	80	100	584	604	20	157	524	664
20	17	126	559	668	1	110	575	684	65	102	587	620	1	168	527	684
21	127	306	379	558	138	295	390	547	103	325	360	582	126	282	343	559
22	309	449	336	376	318	358	327	367	285	313	372	400	306	360	325	379
23	372	448	237	313	363	439	246	322	396	448	237	289	363	415	270	322
24	307	524	161	378	323	540	145	362	283	476	209	402	287	540	145	338
25	453	556	129	232	462	547	138	223	453	604	139	232	486	595	90	199
26	561	628	57	124	570	619	66	115	576	628	57	119	547	589	96	136
27	557	630	55	128	541	614	71	144	605	630	55	80	541	566	119	144
28	635	674	11	50	641	680	5	44	635	662	23	50	653	680	5	32
29	631	670	15	54	645	684	1	40	631	646	39	54	669	684	1	16

Таблица 6.2

Сроки возведения производственного корпуса камвольно-суконного комбината

№ п.п.	Наименование помещений	$t_{мо}$	Варианты							
			А							
			I		II		III		IV	
			$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
1	Прядильный отдел	170	228	398	197	367	684	854	653	823
2	Ровничный отдел	131	93	224	107	238	677	808	663	791
3	Склад ленты и ровницы	15	221	236	207	222	549	564	563	578
4	Красильно-гладильный отдел . . .	50	59	109	62	112	667	717	670	720
5	Гребнечесальный отдел	189	211	400	214	303	591	780	594	783
6	Штапельный отдел	31	52	83	69	100	660	691	677	708
7	Чесальный и трепальный отдел . .	108	204	312	211	319	584	692	601	709
8	Красильно-карбонизационный отдел	46	159	205	149	195	653	693	681	727
9	Трепальный отдел	15	197	212	225	240	501	516	529	544
10	Склады сырья, химикатов и угаров .	10	193	203	228	238	649	659	684	694
11	Тростильно-крутильный отдел . . .	104	380	484	348	452	455	560	424	528
12	Склад и запарка пряжи	10	374	384	354	364	450	460	430	440
13	Прядильный отдел	94	368	462	359	453	444	538	435	529
14	Аппаратный отдел	130	363	493	370	500	439	569	446	576
15	Угарно-ватинный и смесовый отдел .	47	352	399	377	424	428	475	453	500
16	Кузница и слесарно-механическая мастерская	8	345	353	380	388	421	429	456	464

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Наименование помещений	$t_{мо}$	Варианты							
			А							
			I		II		III		IV	
			$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
17	Мотально-сновальный отдел . . .	27	608	635	573	600	231	258	266	293
18	Склад пряжи	8	463	471	491	499	235	243	263	271
19	Проборный отдел	12	605	617	577	589	159	171	187	199
20	Шлихтовальный отдел	37	684	721	653	690	76	113	45	82
21	Ткацкий отдел	172	677	849	663	835	245	417	259	431
22	Контрольно-чистильный отдел . . .	9	590	599	590	599	248	257	249	258
23	Ворсовальный отдел	111	589	700	595	706	253	364	246	357
24	Заварочно-промывной и сукновальный отдел	107	667	774	676	783	59	166	68	175
25	Стригальный отдел	69	583	652	601	670	259	328	241	310
26	Прессово-декатировочный отдел . .	55	577	632	605	660	263	318	235	290
27	Сушильный отдел	31	652	683	681	712	46	77	73	104
28	Ремстройцех и склад вспомогательной продукции	15	497	512	532	547	269	284	304	319
29	Склад готовой продукции и экспедиция	10	649	659	684	694	117	127	152	162
	Σt_{max}	—	—	849	—	835	—	854	—	823

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Варианты															
	Б								В							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
1	57	227	228	398	513	683	684	854	57	227	228	398	684	854	513	683
2	117	248	196	327	558	689	637	768	117	248	196	327	637	768	558	689
3	102	117	181	196	573	588	652	667	102	117	181	196	652	667	573	588
4	129	179	136	186	605	655	572	622	129	179	136	186	572	622	605	655
5	149	338	121	310	595	784	592	781	149	338	121	310	592	781	595	784
6	189	220	84	115	677	708	560	591	189	220	84	115	560	591	677	708
7	221	329	104	212	661	769	550	658	221	329	104	212	550	558	661	769
8	209	255	29	75	681	727	501	547	209	255	29	75	501	547	681	727
9	225	240	45	60	649	664	469	484	225	240	45	60	469	484	649	664
10	228	238	48	58	684	694	504	514	228	238	48	58	504	514	684	694
11	348	452	380	484	456	560	424	528	446	550	284	388	274	378	456	560
12	354	364	314	384	450	460	430	440	425	435	305	315	300	310	415	425
13	359	453	368	462	444	538	435	529	394	488	345	439	335	429	394	448
14	370	500	363	493	439	569	446	576	364	494	406	536	396	526	354	484
15	377	424	352	499	428	475	453	500	303	350	437	484	453	500	273	320

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Варианты															
	Б								В							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
16	388	386	345	353	421	429	456	464	260	268	440	448	456	464	276	284
17	573	600	608	635	231	258	266	293	573	600	573	600	231	258	431	458
18	491	499	463	471	235	243	263	271	491	499	491	499	235	243	428	436
19	577	589	605	617	159	171	187	199	577	589	577	589	159	171	187	199
20	653	690	684	721	76	113	45	82	653	690	653	690	76	113	45	82
21	663	835	677	849	245	417	259	431	663	835	663	835	345	517	424	596
22	590	599	590	599	248	257	249	258	590	599	590	599	348	357	364	373
23	595	706	589	700	253	364	246	357	595	706	595	706	353	464	311	422
24	676	783	667	774	59	166	68	175	676	783	667	774	59	166	68	175
25	601	670	583	652	259	328	241	310	601	670	601	670	409	478	306	375
26	605	660	577	632	263	318	235	290	605	660	605	660	413	468	236	290
27	681	712	652	683	46	77	73	104	681	712	681	712	46	77	73	104
28	532	547	497	512	269	284	304	319	532	547	532	547	424	439	244	259
29	684	694	649	659	117	127	152	162	684	694	684	694	117	127	152	162
Σt_{max}	—	835	—	849	—	784	—	854	—	835	—	835	—	854	—	784

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Варианты															
	Г								Д							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
1	57	227	228	398	513	683	684	854	57	227	228	398	513	683	684	854
2	117	248	196	327	558	689	637	768	117	248	196	327	558	689	637	768
3	102	117	181	196	573	588	652	667	102	117	181	196	573	588	652	667
4	129	179	136	186	605	655	572	622	129	179	136	186	605	655	572	622
5	149	338	121	310	595	784	592	781	149	338	121	310	595	784	592	781
6	189	220	84	115	677	708	560	591	189	220	84	115	677	708	560	591
7	221	329	104	212	661	769	550	658	221	329	104	212	661	769	550	658
8	209	255	29	75	681	727	501	547	209	255	29	75	681	727	501	547
9	225	240	45	60	649	664	469	484	225	240	45	60	649	664	469	484
10	228	238	48	58	684	694	504	514	228	238	48	58	684	694	504	514
11	446	550	274	378	456	560	274	378	274	378	446	550	274	378	456	560
12	425	435	305	315	415	425	300	310	305	315	425	435	300	310	415	425
13	394	488	345	439	394	488	335	429	345	439	394	488	335	429	394	488
14	364	494	406	536	354	484	396	526	405	536	364	494	396	526	354	484
15	303	350	437	484	273	320	453	500	437	484	303	350	453	500	273	320

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Варианты															
	Г								Д							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
16	260	268	440	448	276	284	456	464	440	448	260	268	456	464	276	284
17	476	503	674	701	431	458	231	258	476	503	674	701	231	258	431	458
18	513	521	656	664	428	436	285	293	513	521	656	664	285	293	428	436
19	508	520	671	683	47	59	220	232	508	520	671	683	47	59	220	232
20	493	530	684	721	57	94	208	245	493	530	684	721	57	94	208	245
21	573	745	652	824	424	598	345	517	573	745	652	824	345	517	424	598
22	576	585	592	601	364	373	348	357	575	584	592	601	348	357	364	373
23	596	707	554	665	336	447	378	489	596	707	554	665	378	489	336	447
24	616	723	572	679	180	287	136	243	616	723	572	679	180	243	136	243
25	661	730	534	603	306	375	409	478	661	730	534	603	409	478	306	375
26	665	720	485	540	235	290	413	468	665	720	485	540	413	468	235	290
27	681	712	501	532	193	224	13	44	681	712	501	532	193	224	13	44
28	652	667	472	487	244	259	424	439	652	667	472	487	424	439	244	259
29	684	694	504	514	212	222	32	42	684	694	504	514	212	222	32	42
Σt_{max}	—	745	—	824	—	784	—	854	—	745	—	824	—	784	—	854

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Варианты															
	Е								Ж							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
1	228	398	197	367	653	823	684	854	228	398	197	367	653	823	684	854
2	93	224	107	238	663	794	677	708	93	224	107	238	663	794	677	708
3	221	235	207	222	563	578	549	564	221	236	207	222	563	578	549	564
4	59	109	62	112	670	720	667	717	59	109	62	112	670	720	567	717
5	211	400	214	303	594	783	591	780	211	400	214	303	594	783	591	780
6	52	83	69	100	677	708	660	691	52	83	69	100	677	708	660	691
7	204	312	221	319	601	709	584	692	204	312	221	319	601	709	584	692
8	159	205	149	195	681	727	653	693	159	205	149	195	681	727	653	693
9	197	212	225	240	529	544	501	516	197	212	225	240	529	544	501	516
10	193	203	228	238	684	694	649	659	193	203	228	238	684	694	649	659
11	380	484	348	452	424	528	456	560	274	378	446	550	274	378	456	560
12	374	384	354	364	430	440	450	460	305	315	425	435	300	310	415	425
13	368	462	359	453	435	529	444	538	345	439	394	488	335	429	394	488
14	363	493	370	500	446	576	439	569	406	536	364	494	396	526	354	484
15	352	399	377	424	453	500	428	475	437	484	303	350	453	500	273	320

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Варианты															
	Е								Ж							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
16	345	353	380	388	456	464	421	429	440	448	260	268	456	464	276	284
17	476	503	674	701	266	293	231	258	573	600	608	635	231	258	431	458
18	513	521	656	664	263	271	235	243	491	499	463	471	285	293	428	435
19	508	520	671	683	47	59	220	232	577	589	605	617	159	171	187	199
20	493	530	684	721	57	94	208	245	653	690	684	721	76	113	45	82
21	573	745	652	824	259	431	245	417	663	835	677	849	345	517	424	598
22	576	585	592	601	249	258	248	257	590	599	590	599	348	357	364	373
23	596	707	554	665	246	357	253	364	595	706	589	700	378	489	336	447
24	616	723	572	679	180	287	136	243	676	783	667	774	59	166	68	175
25	661	730	534	603	241	310	259	328	601	670	583	652	409	478	306	375
26	665	720	485	540	235	290	263	318	605	660	577	632	413	460	235	290
27	681	712	501	532	193	224	13	44	681	712	652	683	46	77	73	104
28	652	667	472	487	304	319	269	284	532	547	497	512	424	439	244	259
29	684	694	504	514	212	222	32	42	684	694	649	659	117	127	152	162
Σt_{max}	—	745	—	824	—	823	—	854	—	835	—	849	—	823	—	854

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Варианты															
	З								И							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
1	114	284	684	854	126	296	672	842	162	332	684	854	102	272	624	794
2	291	422	543	674	306	337	558	689	342	473	519	650	282	413	582	713
3	294	309	546	561	303	318	553	568	339	354	522	537	279	294	579	594
4	432	482	362	412	416	466	378	428	384	434	338	388	444	494	402	452
5	430	619	366	555	420	609	376	565	382	571	342	531	442	631	400	589
6	542	573	252	283	558	589	236	267	542	573	300	331	606	637	146	177
7	546	654	250	358	556	664	240	348	546	654	298	406	604	712	150	258
8	616	662	112	158	630	676	126	172	568	614	138	184	630	676	78	124
9	618	633	114	129	626	641	122	137	570	585	134	149	626	641	74	89
10	684	694	42	52	672	682	54	64	684	694	18	28	648	658	54	64
11	102	206	678	782	100	204	676	780	150	254	654	758	148	252	652	756
12	210	220	570	580	208	218	568	578	232	242	562	572	240	250	564	574
13	298	392	462	556	300	394	460	554	324	418	474	568	328	422	472	564
14	498	628	370	500	496	626	372	502	496	626	382	512	508	538	384	514
15	622	669	174	221	624	671	172	219	598	545	202	249	600	647	204	251
16	678	686	46	54	676	684	48	56	666	674	34	42	664	672	36	44

Продолжение табл. 6.2

№ п.п.	Варианты															
	З								И							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt	$t_{ок}$	Σt
17	52	79	673	700	43	70	682	709	76	103	637	664	55	82	682	709
18	121	129	625	633	115	123	619	627	145	153	649	657	150	158	661	669
19	124	136	628	640	113	125	617	629	100	112	604	616	157	169	664	676
20	126	163	668	705	110	147	684	721	102	139	620	657	158	205	684	721
21	306	478	558	730	295	467	547	719	325	497	582	754	282	454	559	731
22	449	458	376	385	358	367	367	376	313	322	400	409	360	369	379	388
23	448	559	313	424	439	550	322	433	448	559	289	400	415	526	322	433
24	524	631	378	485	540	647	362	469	476	583	402	509	540	647	338	445
25	556	625	232	301	547	616	223	292	604	673	232	301	595	664	199	268
26	628	683	124	179	619	674	115	170	628	683	119	174	589	644	136	191
27	630	661	128	159	614	645	144	175	630	661	80	111	566	597	144	175
28	674	689	50	65	680	695	44	59	662	677	50	65	680	695	32	47
29	670	680	54	64	684	694	40	50	646	656	54	64	684	694	16	26
Σt_{max}	—	694	—	854	—	695	—	842	—	694	—	854	—	712	—	794

Примечание. Из полученных значений Σt_{max} выбираются наименьшие значения, определяющие рациональный срок окончания возведения объекта.

В данном примере эти значения относятся к вариантам IVГ; IVД; IVE и показывают, что монтаж технологического оборудования в наиболее ранние сроки может быть начат в сушильном отделении.

Продолжительность возведения каждого из расположенных в корпусе цеха и участка определяется суммированием длительности монтажа технологического оборудования и времени, необходимого для окончания монтажа строительных конструкций в соответствующих цехах и участках.

Численные значения сроков окончания монтажа технологического оборудования в каждом из цехов и участков корпуса заносятся в табл. 6.2. В таблице по каждому из вариантов выявляется наиболее поздний срок окончания монтажа оборудования Σt_{max}.

На основании сравнения данных о наиболее поздних сроках выявляется срок с наименьшим численным значением, соответственно которому обеспечивается по сравнению с остальными вариантами наибольшее сокращение продолжительности строительства. В рассмотренном примере такое сокращение может быть достигнуто, если строительство корпуса предусмотреть в последовательности, соответствующей вариантам IЗ и IИ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ НА ЭЦВМ ДЛЯ РАСЧЕТА УВЯЗКИ РАБОТ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ

Программа предназначается для расчета и выбора рациональной последовательности возведения одноэтажных промышленных зданий из унифицированных конструкций с помощью ЭЦВМ «Минск-22».

В основу программы положены возможные варианты последовательности монтажа строительных конструкций и технологического оборудования.

Исходные данные для составления программы определены на основе модели промышленного здания разме-

ром в плане 648×288 *м* (186 624 *м*²), которое состоит из 36 унифицированных типовых секций размером 72×72 *м* (5148 *м*²). При формировании исходной информации учтены два основных размера унифицированной сетки колонн 24×12 и 18×12 *м*.

В принятые габариты здания вписываются размеры многих одноэтажных зданий, используемых в машиностроении, легкой, химической и других отраслях промышленности.

Принято условие, что монтаж строительных конструкций осуществляется одним технологически необходимым комплектом монтажных кранов. Неизменяемые трудовые ресурсы используются также на монтаже технологического оборудования.

При кодировке исходных данных по секциям и ячейкам использованы исчисленные значения трудозатрат для монтажа групп конструктивных элементов с учетом разнообразного положения секций и ячеек в плане зданий[1]. Секции по своему расположению в плане здания могут быть изолированными, крайними и средними, которым присваиваются соответствующие цифры. В свою очередь ячейки, из которых составлены секции, также имеют свои индексы в зависимости от расположения их в секции.

Программа состоит из двух частей.

Первая часть программы предусматривает расчет длительности монтажа строительных конструкций в цехах и производственных помещениях предприятия при разных технологических маршрутах монтажных кранов.

Результаты расчета первой части определяют возможность начала монтажа технологического оборудования в наиболее ранние сроки.

Математической основой этой части программы является информационно-логическая модель.

Вторая часть программы предназначена для выбора рациональной последовательности возведения объекта с учетом выполнения работ по монтажу технологического оборудования.

В этой части проектируется расписание очередности возведения цехов и помещений с учетом поточного мон-

[1] Значение трудозатрат на монтаже ячеек и секций, а также их шифры приняты в соответствии с пособием «Возведение одноэтажных промышленных зданий унифицированных габаритных схем» (Стройиздат, 1966).

тажа в них оборудования. Очередность возведения цехов формируется из условия обеспечения минимального разрыва между сроками окончания монтажа строительных конструкций в них и началом монтажа технологического оборудования.

Математическая модель второй части программы основана на одном из разделов теории массового обслуживания — методе упорядочения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОМПЛЕКСНОГО ПОТОКА ПО ЗАДАННОМУ СРОКУ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПОС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИПОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Продолжительность подготовительного периода $T_п$ принимается в размере 10—20% общего срока строительства T.

2. Основной период строительства $T_о$ определяется из условия

$$T = T_п + T_о \text{ или } T_о = T - T_п.$$

В основном периоде строительства продолжаются работы по прокладке инженерных коммуникаций, строительству временных зданий и сооружений на полный объем строительно-монтажных работ, осуществляются строительство жилых и культурно-бытовых зданий и работы по благоустройству территории.

3. Период развертывания комплексного потока $T_р$ определяется по формуле

$$T_р = T_п + T_{об} + c,$$

где $T_{об}$ — продолжительность строительства объекта в днях. Значение $T_{об}$ принимается по объекту, с которого начинается застройка микрорайона, или по объекту с наибольшей продолжительностью строительства;

c — продолжительность возможного включения специализированных потоков по возведению подземной и надземной частей здания в объектный поток. Принимается из условий их увязки от 16 до 36 дней.

4. Период выпуска готовой продукции $T_{пр}$ определяется по формуле

$$T = T_р + T_{пр} \text{ или } T_{пр} = T - T_р.$$

5. Кроме параметров, приведенных в пп. 1—4, определяются значения $T_{п.ч}$ — продолжительность возведения подземной части здания и $T_{н.ч}$ — продолжительность возведения надземной части здания.

6. Продолжительность возведения подземной части зданий определяется по формуле

$$T_{п.ч} = T_о - (t_н + t_{п.м} + c),$$

где $t_н$ — время монтажа надземной части здания в днях;

$t_{п.м}$ — послемонтажные работы в днях.

7. Продолжительность монтажа конструкций надземной части здания определяется по формуле

$$T_{н.ч} = T_о - (t_п + t_{п.м} + c),$$

где $t_п$ — время возведения подземной части в днях.

8. Число параллельных поточных линий по возведению подземной части зданий $B_п$ определяется по формуле

$$B_п = \frac{\Sigma t_{м.п}}{T_{п.ч}},$$

где $\Sigma t_{м.п}$ — суммарная продолжительность возведения подземной части проектируемых зданий.

Данная формула применима и для определения числа параллельных поточных линий культурно-бытовых зданий. При этом целесообразно при однородности конструкций подземных частей жилых и культурно-бытовых зданий предусматривать один поток, группируя здания в порядке очередности их строительства.

9. Число параллельных поточных линий по возведению надземной части $B_н$ определяется по формуле

$$B_н = \frac{\Sigma t_{м.н}}{T_{н.ч}},$$

где $t_{м.н}$ — суммарная продолжительность монтажа или кладки кирпичных стен надземных частей зданий.

По этой формуле определяется число поточных линий как для жилых, так и для культурно-бытовых зданий.

10. Интенсивность комплексного потока I_k, выраженная в $м^2$ жилой площади, определяется по формуле

$$I_к = \frac{P}{T_{пр}},$$

где P — объем работ в $м^2$ жилой площади, подлежащей выполнению в течение директивного срока строительства;

$T_{пр}$ — период выпуска готовой продукции в днях.

При определении интенсивности комплексного потока I_k проверяется соответствие расчетных параметров объектного потока требованию $I_k \geqslant П_{min}$, где $П_{min}$ — минимальная допускаемая производительность ДСК или мощность строительно-монтажной организации, осуществляющей комплексную застройку микрорайона.

11. Интенсивность объектного потока определяется по формуле

$$I_{об} = \frac{P}{T_{об} - \tau},$$

где $T_{об}$ — продолжительность ведущего объектного потока в комплексном потоке в днях;

τ — период развертывания соответствующего объектного потока в днях.

12. Интенсивность объектных потоков по инженерным коммуникациям $I_о$ определяется по формуле

$$I_о = \frac{P_к}{P} I_k,$$

где $P_к$ — объем работ в объектном или специализированном потоке по инженерным коммуникациям в $м$.

13. Продолжительность прокладки коммуникаций $T_к$ определяется по формуле

$$T_к = \frac{P}{I_о}.$$

14. Число рабочих N в специализированных или объ-

ектных потоках исходя из годовой интенсивности потоков I_k и выработки рабочего в год S равно:

$$N = \frac{I_k}{S}.$$

Выработку рабочего в год принимают по данным технологических нормалей с поправочным коэффициентом на баланс рабочего времени, а при их отсутствии — по показателям выработки за предшествующий год с введением поправочного коэффициента 1,06—1,10 на рост производительности труда.

15. Количество машин и механизмов для обслуживания специализированных потоков определяется исходя из технологической необходимости и условия их использования по производительности. Так, число башенных кранов $N_Б$ будет равно:

$$N_Б = B_н\left(1 + \frac{t_{кр}}{k}\right)\alpha_{кр},$$

где $B_н$ — число монтажных потоков, поточных линий по возведению надземной части, обслуживаемых одним краном;

$t_{кр}$ — продолжительность занятости крана на объекте с учетом перебазировки;

k — ритм потока;

$\alpha_{кр}$ — коэффициент, учитывающий несоответствие продолжительности рабочего года монтажного потока $T_г$ продолжительности работы башенных кранов в году $T_{г.кр}$.

Пример расчета комплексного потока по заданному сроку строительства на стадии составления ПОС

В качестве примера рассматривается микрорайон, в котором запроектировано 37 пятиэтажных крупнопанельных домов, в том числе: 7 восьмисекционных, 21 шестисекционный, 4 четырехсекционных и 5 односекционных. Кроме того, 10 девятиэтажных, в том числе 6 домов односекционных «точечного типа» и 4 дома гостиничного типа. Общая жилая площадь в микрорайоне составляет 119 112 $м^2$. Для обслуживания населения микрорайона предусматривается построить 2 восьмилетние школы на 960 учащихся в каждой, 7 детских садов-

Таблица 8.1

Техническая характеристика проектируемых зданий

№ п.п.	Наименование объектов	Количество объектов микрорайона	Жилая площадь в м²	Краткая конструктивная характеристика
	Жилые дома			
1	5-этажный, 6-секционный серии I-464А . . .	21	3019	Фундаменты ленточные сборные
2	5-этажный, 4-секционный серии I-464-17 . .	4	1869	Стены наружные — панели однослойной и многослойной конструкции размером на комнату; стены внутренние — панели из тяжелого бетона
3	5-этажный, 1-секционный серии I-464-19 . .	5	686	Перекрытия — панели из тяжелого бетона
4	5-этажный, 8-секционный серии I-464А-21 . .	2	3792	Полы линолеумные; кровля совмещенная; окна со спаренными переплетами
5	Серии I-464А-21 со встроенным магазином .	5	2982	Отделка наружная — офактуренная (окрашенная поверхность)
6	9-этажный, 1-секционный серии I-464А-20 . .	6	1667	Отделка — внутренняя покраска или отделка обоями
7	9-этажный гостиничного типа серии I-464АК-2	4	—	—
	Культурно-бытовые здания			
8	Блок обслуживания при домах гостиничного типа I-464АК-3 . . .	2	—	—
9	Детсад на 140 мест серии I-464АД-1 . . .	7	—	—

Продолжение табл. 8.1

№ п.п.	Наименование объектов	Количество объектов микрорайона	Жилая площадь в м²	Краткая конструктивная характеристика
10	Школа восьмилетняя общеобразовательная на 960 мест серии 1-464 . .	2	—	—
11	Центр КБО	1	—	—
12	Гараж на 100 автомашин	1	—	—

яслей на 140 мест каждый, центр культурно-бытового обслуживания и гараж.

По директивному плану продолжительность застройки микрорайона — 576 рабочих дней. Строительство микрорайона предусматривается силами городских строительных организаций и домостроительных комбинатов (ДСК).

Техническая характеристика проектируемых зданий и жилая площадь дома приведены в табл. 8.1.

Продолжительность монтажных и послемонтажных работ по каждому зданию принята по типовым проектам производства работ и приведена в табл. 8.2.

Западная часть территории строительства свободна от строений и имеет спокойный рельеф с уклоном до 1—3%, восточная — застроена одноэтажными домами, подлежащими сносу.

Требуется определить:

1) параметры комплексного потока (подготовительный и основной периоды строительства, период развертывания комплексного потока, период выпуска готовой продукции, продолжительность монтажа надземной части жилых зданий, а также культурно-бытовых зданий, продолжительность возведения подземной части);

2) число параллельных поточных линий по возведению подземных и надземных частей жилых домов, культурно-бытовых зданий;

3) интенсивность комплексного потока;

4) интенсивность объектных потоков по инженерным коммуникациям и дорогам.

Таблица 8.2

Продолжительность возведения частей зданий

№ п. п.	Наименование объектов	Серия	Количество объектов	Продолжительность монтажа в днях				Продолжительность пос-лемонтажных работ $t_{п.м}$
				подземной части		надземной части		
				одного объекта $t_п$	всего $\Sigma t_п$	одного объекта $t_н$	всего $\Sigma t_н$	
	Жилые дома							
1	5-этажный на 6 секций	I-464А-15	21	18	378	42	882	42
2	5-этажный на 4 секции	I-464А-17	4	12	48	28	112	28
3	5-этажный на 8 секций	I-464А-21	7	24	168	55	385	55
4	5-этажный на 1 секцию.	I-464А-19	5	6	30	12	60	12
5	9-этажный на 1 секцию	I-464А-20	6	12	72	30	180	30
6	9-этажный гостиничного типа .	I-464АК-2	4	18	72	40	160	40
	Итого . . .	—	47	—	768	—	1779	—
	Культурно-бытовые здания							
7	Блок обслуживания	I-464АК-3	2	12	24	12	24	45
8	Детсад	I-464АД-1	7	18	126	15	105	45
9	Школа	I-464	2	24	48	54	108	54
10	Центр КБО (кирпичный) . .	—	1	48	48	45	45	60
11	Гараж (кирпичный)	—	1	18	18	24	24	—
12	Трансформаторная подстанция (кирпичная) . . .	—	10	—	—	3	30	—
	Итого . . .	—	—	—	264	—	237	—

Расчет параметров комплексного потока

Продолжительность подготовительного периода строительства $T_п$ принимается в размере 10% общего срока застройки микрорайона, тогда

$$T_п = 10\frac{576}{100} = 57 \text{ дней, или} \approx 60 \text{ дней.}$$

Основной период строительства T_0 определяется из условия: $T_0 = T - T_п$, следовательно,

$$T_0 = 576 - 60 = 516 \text{ дней,}$$

где 576 — директивный срок застройки микрорайона.

Период развертывания комплексного потока $T_р$ определяется по формуле

$$T_р = T_п + T_{об} - c,$$

где $T_{об}$ — продолжительность строительства объекта в днях, принимая по табл. 8.2 срок строительства жилого дома серии I-464А-21 $T_{об} = 134$ дня;

c — продолжительность возможного включения в объектный поток специализированных потоков по возведению подземной и надземной частей зданий, $c = 36$ дней.

Зная $T_п$, $T_{об}$ и c, находим

$$T_р = 60 + 134 + 36 = 230 \text{ дней.}$$

Период выпуска продукции, т. е. сдачи жилой площади в эксплуатацию, $T_{пр}$ составит:

$$T_{пр} = T - T_р = 576 - 230 = 346 \text{ дней.}$$

Время на возведение подземной части зданий определяется по формуле

$$T_{п.ч} = T_0 - (t_н + t_{п\,м} + c),$$
$$T_{п.ч} = 516 - (55 + 55 + 36) = 370 \text{ дней,}$$

т. е. в течение этого времени осуществляется возведение всех подземных частей зданий, в том числе земляные работы, монтаж конструкций, гидроизоляционные работы и обратная засыпка пазух фундаментов.

Продолжительность монтажа основных конструкций надземной части жилых зданий

$$T_{н.ч} = T_0 - (t_п + t_{п.м} + c),$$

где $t_п = 24$ дня; $t_{п.м} = 55$ дней.

Подставляя значения величин в формулу, получим, что

$$T_{н\,ч} = 516 - (36 + 24 + 55) = 401 \text{ день.}$$

Число параллельных поточных линий по возведению подземной части зданий ($B_п$) определяется по формуле

$$B_п = \frac{\Sigma t_{м.п}}{T_{п.ч}},$$

где $\Sigma t_{м.п}$ — суммарная продолжительность возведения подземной части зданий в днях по табл. 8.2.

При однородности конструктивных элементов жилых и культурно-бытовых зданий возведение надземной части принимается в одном специализированном потоке. Вследствие этого

$$\Sigma t_{м.п} = \Sigma t_{п.ж} + \Sigma t_{п.к},$$

где $\Sigma t_{п.ж}$ — продолжительность возведения подземной части жилых домов 768 дней;

$\Sigma t_{п.к}$ — то же, культурно-бытовых зданий — 264 дня, тогда $B_п = \frac{768+264}{370} = 2{,}8$, принимается 3 потока с периодом вступления 36 дней.

Число параллельных поточных линий по возведению надземной части зданий ($B_н$) определяется по формуле

$$B_н = \frac{\Sigma t_{м.н}}{T_{н.ч}},$$

где $\Sigma t_{м.н}$ — суммарная продолжительность монтажа надземной части жилых домов в днях.

По табл. 8.2 $\Sigma t_{м.н} = 1779$ дней. Следовательно, число потоков будет равно:

$$B_н = \frac{1779}{401} = 4{,}4 \text{ потока}.$$

Приняты 5 потоков с периодом вступления 36 дней.

Число параллельных поточных линий по возведению надземных частей культурно-бытовых зданий определяется аналогично жилым домам:

$$B_н = \frac{237}{401} \cong 0{,}6,$$

где 237 — суммарная продолжительность монтажа надземной части культурно-бытовых зданий;

401 — период (время), в течение которого возводятся основные конструкции надземной части культурно-бытовых зданий (период монтажа жилых домов).

Принимается один поток.

Интенсивность комплексного потока ($м^2$ жилой площади) определяется по формуле

$$I_k = \frac{P}{T_{пр}},$$

где P — объем работ в $м^2$ жилой площади по микрорайону с учетом встроенных помещений, $P = 119\,112$ $м^2$; $T_{пр} = 346$ дней;

$$I_k = \frac{119\,112}{346} = 344 \text{ } м^2 \text{ жилой площади в день.}$$

Интенсивность объектных потоков по инженерным коммуникациям $I_о$ определяется по формуле

$$I_о = \frac{P_к}{P} = I_k,$$

где $P_к$ — объем работ объектного потока по инженерным коммуникациям (в $м$);

P — объем работ в специализированном потоке по возведению надземной части зданий.

Интенсивность работ по устройству инженерных коммуникаций равна:

а) по канализации

$$I_{ок} = \frac{5876}{119\,112} 344 = 17{,}2 \text{ } м/день;$$

б) по водопроводу

$$I_{ов} = \frac{3524}{119\,112} 344 = 10{,}3 \text{ } м/день;$$

в) по теплотрассе

$$I_{от} = \frac{4562}{119\,112} 344 = 13{,}7 \text{ } м/день;$$

г) по прокладке постоянных автодорог

$$I_{од} = \frac{34\,640}{119\,112} 344 = 103 \text{ } м^2/день.$$

РАСЧЕТ ЦИКЛОГРАММЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

1. Для расчета циклограмм жилые дома, возводимые на массиве, по признакам однородности технологии их возведения распределяются по группам. Если в группе окажется несколько серий или типов жилых домов, то выбирают одну из них — базисную, принципиальные технологические решения которой могут быть общими для всех прочих серий и типов домов в данной группе. Дома базисной серии по сравнению с остальными должны иметь наибольшие объемы строительно-монтажных работ.

По специализированным потокам возведения подземной части здания и устройства крыши выбирается только одна базисная серия домов.

Машинная программа для расчета циклограмм на ЭЦВМ должна предусматривать расчеты модуля цикличности, численности бригад (звеньев), выполнения норм выработки и принятой трудоемкости работ на захватке по сериям домов.

Для группы домов с однородной технологией численный состав бригады (звена) по каждому частному потоку следует принимать постоянным и определять по данным дома базисной серии.

Расчеты модулей цикличности потоков по ведущим частным потокам I и II стадий строительства дома базисной серии ведутся исходя из нормативной численности рабочих и нормативной трудоемкости работ.

2. При расчете основных параметров комплексного потока и сводной циклограммы строительства жилого массива следует разрабатывать три основных показателя: продолжительность технологических циклов на стадии строительства жилых домов, величину шагов и продолжительность ведущих частных потоков по I и II стадиям.

Исходными данными для расчета показателей являются:

k^l — модуль цикличности частного потока по стадии;

n^l — число частных потоков по стадии;

m^l — число захваток на объекте по стадии;

C_n^l — коэффициент перевода модуля цикличности в шаг потока по частному потоку по стадии;

a — число этажей в доме;

i — номер этажа;

m_a^{II} — число захваток на этаже дома по II стадии;

m_a^{IV} — то же, по IV стадии, если работы выполняются по схеме снизу вверх;

l — число стадий.

3. Продолжительность ведущих частных потоков по I и II стадиям строительства дома определяется по формуле

$$t^l_{\text{вед}} = t^l_{k_1} - t^l_{\text{н}_1},$$

где $t^l_{k_1}$ — срок окончания ведущего частного потока на стадии по дому;

$t^l_{\text{н}_1}$ — срок начала ведущего частного потока на стадии по дому.

4. Сроки начала первых частных потоков по стадиям строительства дома определяются на основании зависимостей:

по I стадии

$$t^1_{\text{н}_1} = 0;$$

по II стадии

$$t^{II}_{\text{н}_1} = t^{\text{I}}_{k(\text{посл})}$$

(срок окончания последнего частного потока I стадии на доме);

по III стадии

$$t^{III}_{\text{н}_1} = t^{II}_{k_1};$$

по IV стадии при производстве отделочных работ:

по схеме сверху вниз

$$t^{IV}_{\text{н}_1} = t^{III}_{\text{н}_1(\text{посл})} + k^{III};$$

по схеме снизу вверх

$$t^{IV}_{\text{н}_1} = t^{III}_{k(\text{посл})} - k^{IV}\left(am^{IV}_a - m^{IV}_a - 1\right).$$

Сроки начала всех последующих потоков в каждой стадии строительства дома рассчитываются по формуле

$$t^l_{\text{н}n} = t^l_{\text{н}(n-1)} + c^l_n k^l;$$

при этом коэффициент перевода модуля цикличности в шаг потока c_n^l для совмещаемых частных потоков принимается равным нулю, а для несовмещаемых — больше нуля в зависимости от характера работ смежных частных потоков, который является определяющим в назначении величины c_n^l.

Сроки начала всех последующих (монтажных) частных потоков II стадии, а также всех частных потоков IV стадии (при выполнении отделочных работ по схеме снизу вверх) должны быть проверены на условие выполнения правил техники безопасности, запрещающих совмещение послемонтажных работ с монтажными в одной и той же секции (глава СНиП III-А.11-62).

Для этой цели путем расчета предварительно устанавливаются так называемые опасные дни, в которые нельзя начинать работы на первой захватке дома по условиям техники безопасности. Начало опасных дней определяется по формуле

$$t_{\text{но}} = k^{\text{II}} m_{\text{а}}^{\text{II}} (i-1) + t_{\text{н}_1}^{\text{II}},$$

где $t_{\text{н}_1}^{\text{II}}$ — срок начала частного потока по монтажу.

Сроки начала опасных дней определяются путем последовательной подстановки номеров этажей дома.

Если в результате проверки окажется, что срок начала какого-либо частного потока совпадает со сроком начала опасного дня, то производится корректировка расчетного срока начала потока по формуле

$$t_{\text{нп}j}^l = t_{\text{нп}}^l + k^l.$$

Величина шагов частных потоков по каждой стадии строительства дома рассчитывается по формуле

$$k_{\text{оп}}^l = t_{\text{нп}}^l - t_{\text{н}(n-1)}^l.$$

5. Продолжительность технологических циклов по каждой стадии строительства дома определяется по формуле

$$\tau^l = \sum_1^n k_{\text{оп}}^l$$

или

$$\tau^l = t_{\text{н(посл)}}^l - t_{\text{н}_1}^l.$$

6. Число потоков по возведению надземной части домов по группе серий с родственной технологией B_i определяется по формуле

$$B_i = \frac{IP_i}{I'_{\Delta i} A_2 P_м},$$

где I — производственная мощность строительной организации в $м^2$ жилой площади в день;

P_i — количество жилой площади в $м^2$ по группе серий с родственной технологией;

$I'_{\Delta i}$ — интенсивность специализированного потока возведения части домов по базисной серии;

$$I''_{\Delta i} = \frac{P_{дб}}{mkA_2},$$

где $P_{дб}$ — жилая площадь дома в $м^2$ базисной серии;

m — число захваток по II стадии строительства на базисном доме;

A_2 — число рабочих смен в сутки по II стадии строительства;

$P_м$ — общая жилая площадь массива в $м^2$;

k — модуль цикличности.

Общее количество потоков по массиву B определяется как сумма по группам серий домов с родственной технологией.

При заданном директивном сроке застройки жилого массива количество потоков B рассчитывается путем подбора ряда значений сроков застройки массива при разном количестве параллельных потоков до тех пор, пока не будет получен срок, соответствующий заданному директивному.

7. Расчет продолжительности застройки T_k жилого массива без периода подготовительных работ производится на основании следующих зависимостей:

$$T_k = O + \tau + T_{пр},$$

где O — опережение основных объектных потоков застройки домов потоками по инженерному оборудованию;

τ — продолжительность периода развертывания объектных потоков по строительству домов;

$T_{пр}$ — период выпуска готовой продукции объектными потоками строительства жилых домов;

$$T_k = t' + \frac{(0{,}7BP'_д + 5000)\,\theta}{I'_и} + \sum_{i=1}^{3} \tau_i +$$

$$+ t^{I} B + t^{II} + \frac{\sum_{i=1}^{s_2} \frac{P_i}{I''_{\Delta i}}}{BA_2},$$

где t' — общий период развертывания объектных потоков по инженерному оборудованию территории массива;

$P'_д$ — средняя величина жилой площади дома в $м^2$;

θ — коэффициент, учитывающий неравномерное распределение объемов работ по инженерному оборудованию на участках массива, обычно принимаемый равным 1,3;

$I'_и$ — общая принятая интенсивность специализированных потоков по инженерному оборудованию территории массива в $м^2$ жилой площади;

$\sum_{i=1}^{3} \tau_i$ — суммарная продолжительность максимальных технологических циклов по I, II и IV стадиям строительства жилого дома на массиве;

t^{I} — максимальная продолжительность ведущего частного потока на одном доме по I стадии строительства;

t^{II} — то же, по II стадии;

s_2 — число групп домов на массиве с родственной технологией по I и II стадиям строительства.

Значение $I'_и$ устанавливается следующим образом.

Сначала определяется расчетная интенсивность потоков по инженерному оборудованию $I^{р}_{и}$:

$$I^{р}_{и} = \frac{P_м BA_2}{\sum_{i=1}^{s_2} \frac{P_i}{I''_{\Delta i}}},$$

Затем полученное значение $I_{\text{и}}^{\text{р}}$ сравнивается с минимальной расчетной интенсивностью потоков инженерного обрудования массива $I_{\Delta\text{и}}$ в $м^2$ жилой площади в смену.

Если окажется, что $I_{\text{и}}^{\text{р}} \geqslant I_{\Delta\text{и}}$, то принимается $I'_{\text{и}} = I_{\text{и}}^{\text{р}}$. При $I_{\text{и}}^{\text{р}} < I_{\Delta\text{и}}$ принимается $I'_{\text{и}} = I_{\Delta\text{и}}$.

Значение $I_{\Delta\text{и}}$ при средней этажности застройки массива зданиями в 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 этажей составит соответственно 260, 290, 325, 370, 500, 560 и 600 $м^2$.

Средняя этажность застройки массива a_1 определяется по формуле

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^{M_i} P_{\text{ж}i} a_i}{P_{\text{м}}},$$

где $P_{\text{ж}i}$ — жилая площадь домов одинаковой этажности;

M_i — число разновидностей домов по этажности;

a_i — этажность домов.

На основании общего количества потоков по возведению подземной части домов рассчитывается число потоков по каждой группе серий с родственной технологией по формуле

$$B_i = \frac{\dfrac{B}{\sum_{i=1}^{s_2} \dfrac{P_i}{I''_{\Delta i}}} P_i}{I''_{\Delta i}}.$$

По числу потоков B_i определяется среднее количество жилой площади для каждого потока

$$P_{bci} = \frac{P_i}{B_i}.$$

8. Распределение жилых домов на массиве между параллельными специализированными потоками по возведению надземной части домов производится в следующем порядке: предварительно дома по массиву нумеруются в порядке их строительства, а затем распределяются по потокам с соблюдением принятой очередности.

Сначала отбирается из очереди первый дом для 1-го потока, затем первый дом для 2-го потока, первый — для

3-го потока и т. д. После этого отбирается второй ближайший дом для 1-го потока, второй — для 2-го потока и т. д. Набор домов для каждого специализированного потока производится до тех пор, пока общая суммарная жилая площадь домов P'_{bci}, отобранных для потока, не будет $\geqslant P_{bci}$.

Если окажется, что $P'_{bci} > P_{bci}$, то следует определить величину превышения $P_{\Delta bc} = P'_{bci} - P_{bci}$. Если окажется, что $P_{\Delta bc} > 0{,}5\,P_{д}$, то из P_{bci} следует вычесть величину последнего дома и не включать его в поток.

9. После распределения объемов работ между специализированными потоками возведения подземной части домов устанавливается количество объектных потоков по строительству жилых домов. В каждый объектный поток включается один или несколько специализированных потоков по возведению надземной части и один по возведению подземной части дома.

При расчете определяется:

а) средний по массиву коэффициент кратности

$$\lambda_{ср} = \frac{\sum\limits_{1}^{м} T_{н.ч.в}}{\sum\limits_{1}^{м} T_{п.ч.в}},$$

где $м$ — число жилых домов на массиве;

$T_{н.ч.в}$ — продолжительность ведущего частного потока по II стадии строительства дома;

$T_{п.ч.в}$ — то же, по I стадии.

Полученный коэффициент кратности округляется до целого числа;

б) суммарная продолжительность ведущих частных потоков каждого специализированного потока по возведению:

надземной части домов

$$T^{II}_{м_B} = \sum_{1}^{м_B} T_{н.ч.в};$$

подземной части домов

$$T^{I}_{м_B} = \sum_{1}^{м_B} T_{п.ч.в}.$$

где $м_в$ — число домов в специализированном потоке по возведению надземной части домов;

в) коэффициенты кратности по всем возможным объектным потокам

$$\lambda_o = \frac{\sum_{1}^{\lambda_{ср}} T^{II}_{м_в}}{\sum_{1}^{\lambda_{ср}} T^{I}_{м_в}};$$

г) разница между полученными значениями коэффициентов кратности λ_o и средним коэффициентом кратности $\lambda_{ср}$:

$$\lambda_\Delta = \lambda_{ср} - \lambda_o.$$

Объектный поток, в котором абсолютная величина λ_Δ окажется наименьшей, считается сформированным (отобранным). Жилые дома, вошедшие в этот объектный поток, из дальнейшего расчета исключаются.

В сформированных таким образом объектных потоках определяется очередность возведения подземной части домов. Для этого предварительно устанавливается, какой из специализированных потоков по возведению подземной части домов осуществляется первым, какой вторым и т. д. Эта очередность определяется по порядковым номерам строительства на массиве первых домов, включенных в специализированные потоки возведения надземной части домов соответствующих потоков.

Возведение подземной части домов объектного потока выполняется поочередно для каждого специализированного потока по возведению надземной части в соответствии с принятой очередностью.

10. При расчете циклограммы инженерного оборудования территории устанавливают общую интенсивность, характер и сроки осуществления специализированных потоков и численность рабочих.

Общая интенсивность группы специализированных потоков по инженерному оборудованию находится в такой последовательности:

а) определяется максимальная (суммарная) интенсивность специализированных потоков по возведению подземной части домов в $м^2$ жилой площади в день

$$I_{\Delta\,max} = \sum_{1}^{B_3} I'_\Delta,$$

где B_1 — число потоков по возведению подземной части (соответствует числу объектных потоков строительства домов);

I'_{Δ} — средняя интенсивность одного специализированного потока возведения подземной части домов;

$$I'_{\Delta} = \frac{\sum_{1}^{м_{B_2}} P_{д}}{\sum_{1}^{м_{B_1}} T^{I}_{вед}},$$

где $P_{д}$ — жилая площадь одного дома в $м^2$;

$м_{B_1}$ — число домов в специализированном потоке возведения подземной части домов;

б) определяется средний период выпуска продукции в потоках по инженерному оборудованию территории в рабочих днях

$$T_{пр} = \frac{P_{м}}{I'_{\Delta max}},$$

где $P_{м}$ — жилая площадь домов на массиве в $м^2$;

в) определяется интенсивность каждого специализированного потока по инженерному оборудованию территории в единицах измерения продукции потока (в натуральных единицах)

$$I_{и.п} = \frac{P_{и.п}}{T_{пр}},$$

где $P_{и.п}$ — объем работ специализированного потока на массиве по инженерному оборудованию территории.

Если окажется, что $I_{и.п} < I_{\Delta и.п}$, то принимаем $I_{и.п} = I_{\Delta и.п}$ (минимальная расчетная дневная интенсивность специализированного потока по инженерному оборудованию);

$$I_{\Delta и.п} = \frac{P_{и.п} N_{н(min).п}}{Q_{н.п}},$$

где $N_{н(min)п}$ — минимальное число исполнителей в специализированном потоке инженерного оборудования;

$Q_{нл}$ — нормативная трудоемкость работ в специализированном потоке инженерного оборудования по соответствующим сборникам ЕНиР;

г) для потоков, где принято $I_{и.п} = J_{\Delta и.п}$, определяется новое значение периода выпуска продукции:

$$T'_{пр} = \frac{P_{и.п}}{I_{\Delta и.п}};$$

д) определяются интенсивности специализированных потоков инженерного оборудования территории в $м^2$ жилой площади в день

$$I^{м^2}_{и\,п} = \frac{P_м}{T_{пр.п}},$$

где $T_{пр.п}$ — период выпуска готовой продукции в днях n-го специализированного потока по инженерному оборудованию;

е) устанавливается общая интенсивность для группы специализированных потоков инженерного оборудования. Для этого выбирается максимальное значение интенсивности по этой группе потоков и определяются соотношения по каждому специализированному потоку

$$\frac{I^{м^2}_{и.п(max)}}{I^{м^2}_{и.п}},$$

Затем берется вторая, наибольшая величина и определяются такие же соотношения.

В каждом ряду определяется число соотношений, которые попадают в пределы 1—1,3. Ряд, в котором получится наибольшее число соотношений в пределах 1—1,3, будет искомым, а максимальная интенсивность соответствующего ряда принимается за общую интенсивность группы специализированных потоков по инженерному оборудованию территории массива $I_и$.

11. Для всех специализированных потоков по инженерному оборудованию, где $I_и > I^{м^2}_{и.п}$, принимается $I^{м^2}_{и\,п} = I_и$.

Если $I^{м^2}_{и.п} > I_и$ и $\frac{P_м}{I_и} - \frac{P_м}{I^{м^2}_{и.п}} \leqslant k_{оп}$, то специализированный поток будет осуществляться непрерывно.

Если $\frac{P_м}{I_и} - \frac{P_м}{I^{м^2}_{и.п}} > k_{оп}$, специализированный поток будет осуществляться с перерывами, $k_{оп}$ (шаг специализированного потока) определяется:

для первого специализированного потока по инженерному оборудованию по формуле

$$k_{о1} = \frac{P_{з1}}{I_{п1}},$$

где $P_{з1}$ — объем работ на захватке средней величины в первом специализированном потоке;

для n-го специализированного потока

$$k_{оп} = \frac{P_{з(n-1)}}{I_{и(n-1)}};$$

$$I_{и(n-1)} = \frac{P_{и(n-1)}}{P_м} I^{м^2}_{и(n-1)}.$$

Численность рабочих в бригаде определяется по формуле

$$N_{пл} = \frac{Q_{нл} I^{м^2}_{н.п} \cdot 100}{P_м Z_{пр.п}},$$

где $Q_{нл}$ — нормативная трудоемкость работ в специализированном потоке инженерного оборудования;

$Z_{пр.п}$ — принятый процент выполнения норм выработки в специализированном потоке.

Полученный результат округляется до целого числа. После этого корректируется установленный ранее процент выполнения норм выработки в специализированном потоке инженерного оборудования

$$Z'_{пр.п} = \frac{Q_{нл} I^{м^2}_{и.п}}{N_{и.п} P_м}.$$

Если окажется, что $Z'_{пр.п} < Z_{max}$ или $Z'_{пр.п} > 100\%$, то принимается округленное число рабочих в бригаде $N_{и.п}$ полученное по расчету.

При $Z'_{пр.п}$ или $Z'_{пр.п} < 100\%$ округленное число рабочих в бригаде соответственно уменьшается или увеличивается на единицу.

12. Расчетная интенсивность каждого специализированного потока по инженерному оборудованию уточняется по формуле

$$I^{м^3}_{и.п}=\frac{N'_{и.п}P_м Z_{пр.п}}{Q_{н.л}\cdot 100}.$$

На основании новых расчетных интенсивностей специализированных потоков, объемов работ по участкам массива, принятой последовательности выполнения их и характера потоков (прерывный, непрерывный) производится окончательный расчет циклограммы строительства объектов инженерного оборудования.

Расчет сроков осуществления специализированных потоков должен производиться с применением метода критических сближений при построении циклограмм.

Программа расчета циклограммы возведения жилых домов должна предусматривать получение сроков по первым частным потокам всех специализированных потоков на каждом доме и величины шагов частных потоков и технологических циклов специализированных потоков. На основании этих данных строятся циклограммы возведения жилых домов.

Сроки строительства домов, принимаемые в циклограмме, должны рассчитываться на основании: установленных модулей цикличности по стадиям строительства отдельных серий жилых домов, числа захваток на домах по массиву по стадиям строительства, значений шагов частных потоков и показателей этажности домов, числа специализированных потоков по стадиям строительства, данных по распределению домов между специализированными потоками, порядка выполнения работ по домам в потоках, очередности начала осуществления специализированных потоков, возведения домов на массиве и сроков окончания на участках массива последнего специализированного потока по инженерному оборудованию территории.

Все эти данные, за исключением этажности домов и числа захваток по стадиям их строительства, предварительно должны рассчитываться на ЭВМ.

13. Определение стоимости работ, выполняемых подрядной строительной организацией в общей стоимости работ специализированного потока, начинается с расче-

та коэффициентов стоимости работ, выполняемых подрядной строительной организацией, по формуле

$$\varphi^l = \frac{\sum\limits_{1}^{n^l} d_{\text{сп}}}{D^l_{\text{дм}}},$$

где $d_{\text{сп}}$ — стоимость работ частного потока, осуществляемого специализированной строительной организацией по дому данной серии;

$D^l_{\text{дм}}$ — общая стоимость работ специализированного потока по дому данной серии;

n^l — число частных потоков в специализированном потоке, осуществляемых данной строительной подрядной организацией.

Если в специализированный поток включаются дома различных серий, то для каждой строительной организации определяется средний коэффициент стоимости работ, выполняемых подрядной строительной организацией, по формуле

$$\varphi^l_{\text{ср}} = \frac{\varphi^l_1 \sum\limits_{1}^{м_c} D^l_{\text{дм}} + \varphi^l_2 \sum\limits_{1}^{м_c} D^l_{\text{дм}} + \cdots + \varphi_c \sum\limits_{1}^{м_c} D^l_{\text{дм}}}{\sum\limits_{1}^{c} \sum\limits_{1}^{м_c} D^l_{\text{дм}}},$$

где $м_c$ — число домов серии в специализированном потоке;

c — число серий домов в данном специализированном потоке.

Расчет стоимости работ по месяцам специализированного потока производится на основании следующих основных положений:

расчет стоимости работ по каждому специализированному потоку основывается на средней дневной интенсивности такого потока;

стоимость работ, выполняемых в течение периода развертывания или сворачивания, равна половине стоимости работ, выполняемых в период установившегося потока;

стоимость работ специализированного потока за месяц подсчитывается путем суммирования работ, выполняемых за дни данного месяца и по принятой интенсивности данного потока.

Стоимость работ в специализированном потоке, планируемых для строительной организации на месяц, подсчитывается путем умножения общей месячной стоимости работ данного потока на соответствующий коэффициент стоимости работ φ для данной строительной организации.

Численность рабочих в потоках, где их интенсивность определяется производительностью машин, подсчитывается по формуле

$$N_{м} = \frac{I_{п} N'_{м}}{П},$$

где $I_{п}$ — интенсивность специализированного потока;
$N'_{м}$ — число рабочих, обслуживающих машину;
$П$ — сменная производительность машины или комплекта машин.

Численность рабочих в потоках, где преобладает ручной труд, определяется, исходя из расчетной интенсивности потока, трудоемкости работ и принятого выполнения норм в процентах.

Расчет численности рабочих в этих потоках предусмотрен программой при расчете технологических нормалей и циклограммы потока по инженерному оборудованию территории.

14. Расчет графика потребности в материалах и изделиях производится по каждому специализированному потоку на любые отрезки времени его осуществления и основывается на данных циклограммы строительства объектов инженерного оборудования и общей потребности в материалах и изделиях для каждого специализированного потока по участкам массива. Общая потребность в материалах и изделиях по участкам массива определяется вручную по рабочим чертежам.

Программой предусматривается расчет графика потребности в комплектах материалов, сборных конструкций и деталей, необходимых для строительства жилых домов на массиве.

График устанавливает сроки поставки этих комплектов на объекты строительства и рассчитывается отдельно для каждой строительной организации, участвующей в строительстве дома, на основе циклограммы строительства жилых домов на массиве.

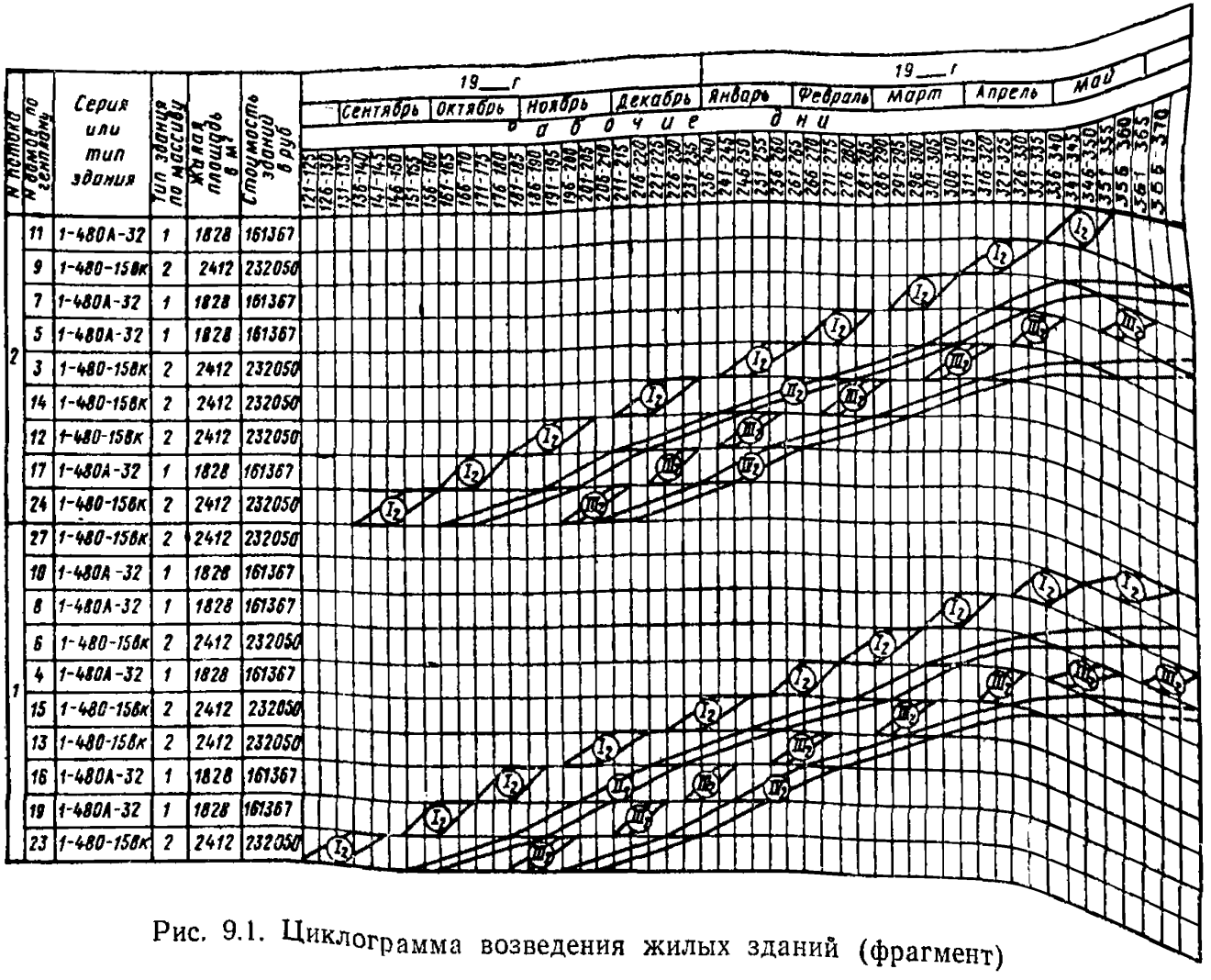


Рис. 9.1. Циклограмма возведения жилых зданий (фрагмент)

Для расчета графика потребности в комплектах необходимы схемы комплектации по каждому типу дома и по видам работ. Нумерация комплектов по всем домам принимается сквозной.

Дата потребности в комплекте определяется началом осуществления частного потока или группы частных потоков на той части дома, для которой предназначены материалы или изделия этого очередного комплекта.

15. *Начало пребывания крана на строительстве дома* определяется по формуле

$$T_{\text{н.кр}} = T_{\text{нм}}^{\text{II}} - t_{\text{м}},$$

где $T_{\text{нм}}^{\text{II}}$ — начало работы крана на доме по монтажу надземной части;

$t_{\text{м}}$ — продолжительность монтажа крана в днях.

Время окончания пребывания крана $T_{\text{к.кр}}$ на доме определяется по формуле

$$T_{\text{к.кр}} = T_{\text{км}}^{\text{II}} + t_{\text{д}},$$

где $t_{\text{д}}$ — продолжительность демонтажа крана в днях.

При установлении схем перемещения кранов с объекта на объект следует учитывать, что кран перемещается на тот дом, на котором начало пребывания крана будет наиболее ранним по сравнению с его началом пребывания на всех прочих домах.

16. Основными данными, которые должны определяться с помощью ЭЦВМ, для составления циклограммы инженерного оборудования являются сроки начала и окончания каждого специализированного потока на участках массива, считая с начала строительства массива, которое принимается равным нулю.

На основании сроков, полученных на ЭЦВМ, по форме, представленной на рис. 9.1, вычерчивается циклограмма возведения жилых зданий.

На печать ЭЦВМ выдаются данные о сроках функционирования потоков в рабочих днях.

Циклограмма возведения жилых домов может быть построена с детализацией до специализированных или частных потоков.

Прочие проектные документы составляются по обычным формам в соответствии с «Инструкцией о порядке составления и утверждения проектов организации и проектов производства работ» (СН 47-67).

Пример 1

РАЗРАБОТКА КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА РАБОТ НА ГОДОВУЮ ПРОГРАММУ СТРОИТЕЛЬНОГО ТРЕСТА

Календарный план работ строительной организации является основным средством согласования организационных и технологических решений по возведению всех объектов заданной программы работ. Задача календарного планирования состоит в организационной и технологической увязке работ, выполняемых различными подразделениями на различных объектах, с учетом возможностей рационального обеспечения этих работ всеми видами трудовых и материально-технических ресурсов, соблюдения установленных сроков ввода объектов в действие и организации производства непрерывным долгосрочным потоком.

В связи с тем что равномерное использование трудовых ресурсов по профессиям рабочих (поточность) в определенной степени связано с равномерным потреблением других материально-технических ресурсов, и в том числе с использованием строительных машин и механизмов, первоначально основная задача состоит в построении такого календарного плана, который удовлетворяет условиям целевой функции и заданным ограничениям, записанным формулами (3.1)—(3.3). В дальнейшем производится уточнение календарного плана с учетом фактически имеющихся строительных машин и механизмов и основных материально-технических ресурсов.

Основой для построения календарного плана работ строительной организации является организационно-технологическая модель возведения объектов заданной программы, которая представляет собой совокупность моделей возведения каждого из объектов, включенных в годовой план. Всякой такой модели соответствует некоторый набор допустимых календарных планов, каждый из которых может быть получен при определенных значениях переменных параметров развития строительных процессов (интенсивности потребления ресурсов, размеров захваток и др.). Окончательно задача состоит в выборе таких значений переменных или такого варианта

календарного плана, который отвечает условиям целевой функции и принятым ограничениям.

Анализ и корректировка проекта плана работ

Рассматривается годовая программа работ общестроительного треста, равная 31 млн. руб. В тресте 6 генподрядных общестроительных и 2 специализированных управления.

Выделяется ведущий (основной) процесс, который имеет наибольший удельный вес как по объему работ, так и по продолжительности выполнения.

Таким процессом является монтаж сборных железобетонных и металлических конструкций (каркасов) общим объемом строительно-монтажных работ 8131 тыс. руб.

Потребность в трудовых ресурсах на выполнение ведущего процесса определяется по формуле

$$\varphi_{\text{в}}(t) = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_{\text{в}}^{i}}{T_{\text{п}}} = R_{\text{в}} = \frac{8131}{0{,}1 \cdot 260} = 313 \text{ чел.},$$

где 0,1 — средняя выработка на одного человека в смену в тыс. руб.;

260 — число рабочих дней в году.

В составе монтажных бригад в целом по тресту в наличии имеется 300 монтажников, т. е.

$$f_{\text{в}}(t) = R_{\text{в}}^{c} = 300 \text{ чел.}$$

Следовательно, планируемый объем строительно-монтажных работ по монтажу строительных конструкций при условии равномерного его распределения в течение планового периода (года) соответствует производственной мощности подразделений, приданных тресту для выполнения этого вида работ, т. е.

$$R_{\text{в}} \approx R_{\text{в}}^{c}.$$

Общие годовые объемы работ по видам (процессам), выполняемые силами комплексных бригад генподрядных строительных организаций, в соответствии с проектом плана подрядных работ составляют 5423 тыс. руб. При средней выработке 5 тыс. руб. в год на 1 рабочего требуется $\frac{5423}{5} = 1100$ чел. ежедневно в течение года при

условии равномерного распределения объемов работ в плановом периоде (году), т. е.

$$\varphi_c(t) = R_c = 1100 \text{ чел.}$$

Фактически во всех генподрядных СУ имеется $f_c(t) = R_c^c = 2002$ чел., что превышает требуемое проектом плана число исполнителей.

Общие годовые объемы работ, планируемые для выполнения специализированным (отделочным) строительным управлением треста, составляют 4918 тыс. руб. При среднегодовой выработке на этих видах работ 4600 руб. потребуется ежедневное участие 1000 чел. в течение года (при условии равномерного распределения этих объемов в планируемом году), т. е.

$$\varphi_o(t) = R_o = 1000 \text{ чел.}$$

Фактически в специализированном СУ (тресте) имеется в наличии 400 чел., т. е.

$$f_o(t) = R_o^c = 400 \text{ чел., или } R_o > R_o^c.$$

Общие годовые объемы работ, планируемые для выполнения специализированным управлением механизированных работ, составляют 1689 тыс. руб. При среднегодовой выработке, равной 9970 руб., потребуется $\varphi_м(t) = P_м = 170$ чел. ежедневно при условии равномерного распределения объемов работ в планируемом году. Фактически в наличии имеется 180 чел., т. е.

$$f_м(t) = R_м^c = 180 \text{ чел., или } R_м \approx R_м^c.$$

Таким образом, в результате анализа проекта плана подрядных работ в целом по планируемому году по структуре работ и объемам выявлено его несоответствие производственной мощности строительных подразделений, входящих в состав треста.

Это несоответствие устраняется увеличением мощности (численного состава) специализированного (отделочного) управления за счет рабочих генподрядных строительных управлений (повышение квалификации, обучение рабочих, овладение смежными профессиями и т. д.), а также некоторым перераспределением выполняемых этим управлением работ путем частичной передачи их общестроительным управлениям. Объемы работ, планируемые генподрядным строительным и специализированному управлениям, считаются удовлетворительными, так как суммарные потребности в трудовых ресурсах по

этим подразделениям треста примерно равны их наличию.

Таким образом, проект плана подрядных работ треста при условии проведения указанных организационно-технических мероприятий может быть признан удовлетворительным.

Построение организационно-технологической модели годового плана работ

Разработка организационно-технологической модели годового плана работ треста производится на основе технологических моделей возведения отдельных зданий и сооружений (см. пример 2 настоящего приложения) в следующем порядке.

Устанавливается среднее (оптимальное) число исполнителей по выбранному основному процессу — монтажу строительных конструкций и соответственно продолжительность выполнения процесса $T_{в}^{i}$ на каждом объекте по формуле

$$T_{в}^{i} = \frac{Q_{в}^{i}}{r_{в}^{i}},$$

где $Q_{в}^{i}$ — трудоемкость работы;

$r_{в}^{i}$ — число исполнителей.

Так, например, по опытно-промышленной тукосмесительной установке среднее число исполнителей составляет 110 чел. (см. рис. 10.1, объект 57), по складу древесного сырья — 90 чел. (объект 34), цеху закаленного стекла — 80 чел. (объект 9), а продолжительность монтажа строительных конструкций на этих объектах соответственно 55, 10, 60 дней и т. д.

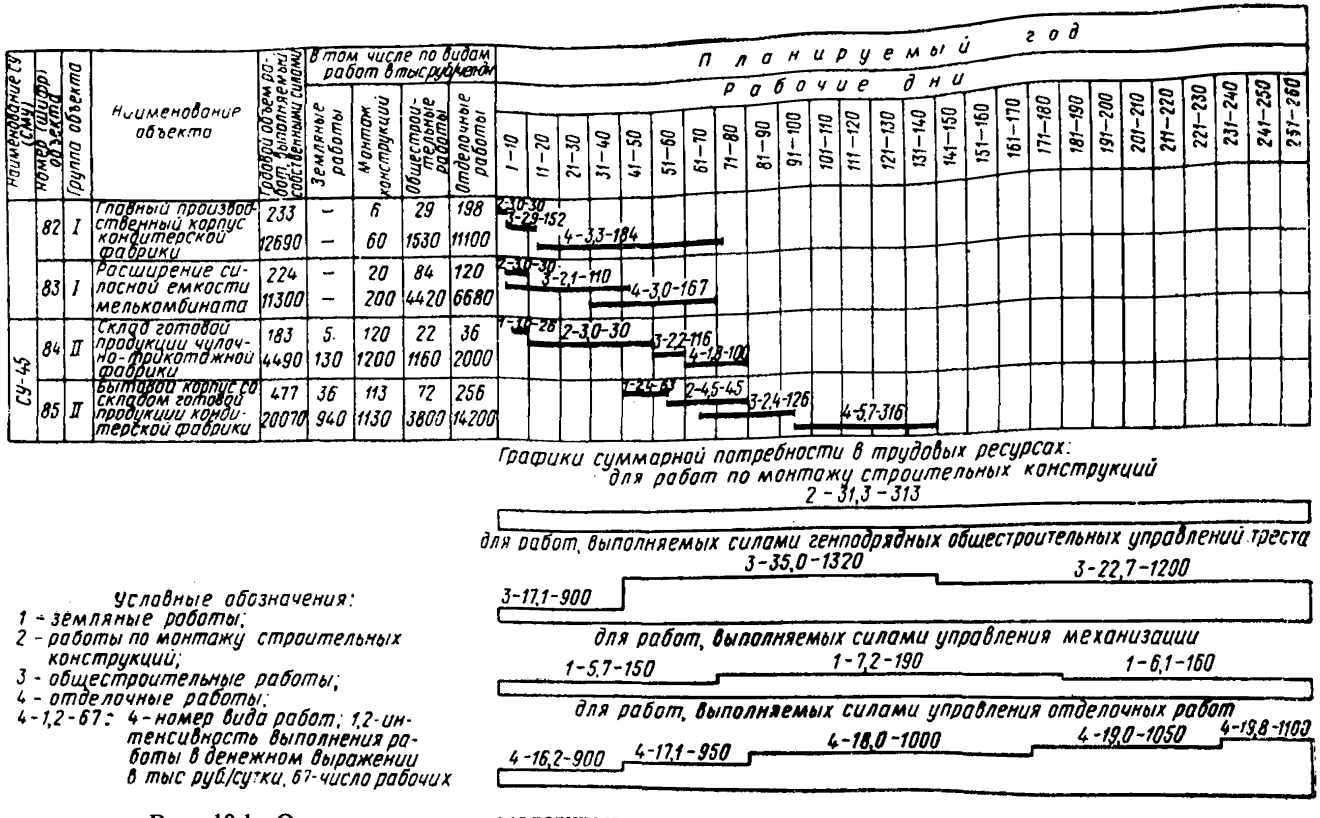
Производится построение графика монтажа строительных конструкций, на котором представленные в масштабе времени отрезки, равные продолжительности монтажных работ на каждом из объектов, наносятся таким образом, чтобы суммарное потребное количество исполнителей в каждый момент времени было бы постоянным и равным их наличию (рис. 10.1).

Для решения вопросов очередности строительства все объекты разделяются на четыре группы. К I группе отнесены объекты, начатые строительством в предшествующий планируемому год (годы), ко II группе — объек-

СУ-139

62	I	Литейный корпус завода	600 33070	—	—	100 5270	500 27800	3-25-130 4-50-280
63	I	Обрубочно-очистной корпус	638 3580	—	—	140 7380	498 27700	3-20-105 4-50-280
64	I	Блок учебно-производственных мастерских профтехучебы	295 8920	—	160 1600	60 3160	75 4160	2-40-80 3-24-140 4-25-140
65	I	Ремонтный корпус завода пусковых двигателей	360 15100	—	80 800	80 4200	200 11100	2-60-80 3-40-210 4-50-280
66	I	Столовая на 530 мест	195 9340	—	27 270	93 4900	75 4170	2-57-55 3-37-195 4-25-140
67	I	Учебный корпус	373 9332	7 182	240 2400	84 4420	42 2330	2-74-38 2-80-80 3-28-147 4-21-117
68	I	Бытовые помещения и мастерские	193 4955	6 155	120 1200	44 2320	23 1280	2-42-32 2-60-80 3-22-116 4-15-80
69	I	Реагентное хозяйство и очистные сооружения	74 2738	3 78	27 270	19 1000	25 1390	1-04-35 2-53-53 3-13-100 4-25-140
70	III	Корпус завода	1431 57360	22 560	440 4480	500 26400	469 26000	2-60-80 2-80-80 $T_{ст}$=100дн. $T_{стр}$=400дн. 3-50-252 4-67-370
71	III	Теплосети	140 3420	20 520	80 800	40 2100	—	1-10-52 2-53-53 3-25-105 $T_{стр}$=60дн.
72	III	Котельная с мазутохранилищем и мазутонасосной	38 2110	— —	— —	— —	38 2110	4-25-140
73	IV	Корпус завода	60 1610	15 390	27 270	18 950	—	3-6-80

Наименование с.у. (с.мн.)	Номер (шифр) объекта	Группа объекта	Наименование объекта	Годовой объем работ, выполняемый собственными силами, тыс. руб. / чел.-дн.	В том числе по видам работ, тыс. руб. / чел.-дн.			
					Земляные работы	Монтаж конструкций	Общестроительные работы	Отделочные работы
Су-43	9	I	Цех закаленного стекла стеклозавода	619 12310	—	480 4800	55 2900	84 4670
Су-147	33	I	Жилой дом на 48 квартир	238 9040	—	90 900	34 1790	114 6350
	34	I	Склад древесного сырья ЦБК	158 4570	—	90 900	38 2000	30 1670
Су-117	57	I	Опытно-промышленная тукосмесительная установка	1381 48050		605 6050	432 22800	344 19200
	58	IV	Цех нефелиново-го апатитового концентрата со складом продукции	251 7448	13 338	128 1280	86 4500	24 1330
	59	IV	Установка по очистке хвостовых газов	472 14650	15 390	238 2380	99 5200	120 6680
	60	IV	Производство серной кислоты	966 26960	35 910	550 5500	220 11600	161 8950
Су-139	61	I	Корпус завода	46 2560	—	—	—	46 2560



Условные обозначения:
1 – земляные работы;
2 – работы по монтажу строительных конструкций;
3 – общестроительные работы;
4 – отделочные работы;
4-1,2-67: 4 – номер вида работ; 1,2 – интенсивность выполнения работы в денежном выражении в тыс. руб./сутки, 67 – число рабочих

Рис. 10.1. Организационно-технологическая модель годового плана подрядных работ строительного треста (форма 2)

ты с началом и окончанием строительства в планируемом году, к III группе — объекты с началом строительства в предшествующие и окончанием в последующие годы, к IV группе — объекты с началом строительства в планируемом году и окончанием в последующие годы.

В первую очередь в график монтажных работ включаются объекты I группы, затем II, III и IV групп.

В данном примере количество объектов I группы, на которых осуществляется монтаж строительных конструкций, составляет 17. Для одновременного выполнения монтажных работ на этих объектах при заданной средней интенсивности требуемое число исполнителей значительно превышает их наличие.

Для выполнения этих работ наличным количеством исполнителей определяются 4 объекта с наибольшей степенью готовности к монтажу строительных конструкций.

Такими объектами являются опытно-промышленная тукосмесительная установка (рис. 10.1, объект 57), жилой дом (объект 33), профтехучилище (объект 64) и главный корпус кондитерской фабрики (объект 82).

Остальные 13 объектов I группы наносятся в графике последовательно по мере окончания монтажа строительных конструкций на предыдущих объектах. При этом обязательно соблюдение условия очередности включения объектов в график.

Так, после окончания работ на главном корпусе кондитерской фабрики начинается монтаж конструкций на силосной емкости (рис. 10.1, объект 83), вслед за жилым домом монтажники переходят на возведение склада древесного сырья (объект 34). Такой порядок включения объектов остальных групп в поток соблюдается и далее до конца планируемого года.

Определяются предварительно интенсивности потребления трудовых ресурсов в пределах от $r_j^{\min}$ до $r_j^{\max}$ на каждом из объектов по остальным видам работ и устанавливается продолжительность их выполнения. После определения величины организационного перерыва τ между каждой парой смежных процессов, соответствующей принятой интенсивности, производится включение в график последующих (предшествующих) смежных с ведущим видов работ в соответствии с моделями возведения каждого из объектов.

Производится построение графиков суммарной по-

требности в трудовых ресурсах для выполнения каждого вида работ на объектах, включающих монтаж конструкций (ведущий процесс).

Осуществляется «выравнивание» графика с целью приведения суммарной потребности в трудовых ресурсах по каждому виду работ в соответствии с наличием рабочих.

Выравнивание производится изменением интенсивности потребления ресурсов в пределах от $r_j^{\min}$ до $r_j^{\max}$, увеличением организационного перерыва τ по сравнению с расчетным (сдвиг вправо по шкале времени) и включением в график тех объектов, на которых работы по монтажу конструкций отсутствуют. Например, для выравнивания суммарной потребности в трудовых ресурсах на отделочных работах была изменена интенсивность и соответственно продолжительность этих работ на ряде объектов, и в частности на объекте 85. Предварительно принятая интенсивность выполнения отделочных работ на этом объекте, характеризуемая участием 445 чел. отделочников с продолжительностью работ 80 дней, уменьшена до интенсивности 316 чел. с продолжительностью работ 45 дней.

Отдельные участки графика с малой интенсивностью выравниваются включением остальных объектов, на которых ведущий (монтажный) процесс отсутствует (в порядке очередности, установленной выше).

Например, для выравнивания суммарной потребности в ресурсах в первые 30 дней планируемого года по тем же отделочным работам включены 10 объектов (стекольный корпус, блок цехов с бытовым корпусом, два жилых дома, цех синтетических моющих средств и др.).

После разработки модели производства, предусматривающей равномерное использование трудовых ресурсов, составляются графики использования основных строительных машин и механизмов, а также потребления других ресурсов типа материалов, проверяется возможность ее реализации и, при необходимости, производится соответствующая корректировка.

Оптимизированная таким образом модель (календарный план работ треста) служит основой для организации и планирования строительного производства, распределения материально-технических и трудовых ресурсов, поставки технологического оборудования, разработки проектов производства работ, графиков работы суб-

подрядных организаций и других документов сводного проекта организации работ на годовую программу строительной организации.

Пример 2

РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЯ

Рассматривается возведение одноэтажного производственного здания.

Все производственные и подсобные помещения этого здания сблокированы в одноэтажном корпусе размером в плане 288×96 *м*, с единой укрупненной сеткой колонн 24×12 *м* и высотой всех пролетов 6,3 *м* до низа фермы и 10 *м* до отметки кровли. Здание состоит из сборных железобетонных элементов заводского изготовления. Фундаменты запроектированы из сборных железобетонных блоков стаканного типа. Все коммуникации размещены в межферменном пространстве. Основное технологическое оборудование станочного типа размещается без специальных фундаментов на полу, выполненном по железобетонной подготовке толщиной 20 *см*.

Разработка организационно-технологической модели возведения здания (сооружения) начинается с формирования технологической модели (рис. 10.2), в которой в результате анализа объемно-планировочных и конструктивных решений, свойств применяемых материалов, требований по организации и технологии, технике безопасности и др. устанавливаются:

1) номенклатура видов работ, их номера и объемы (трудоемкость). Эти данные заносятся в графы 2, 3, 4;

2) структура (топология) модели, определяющая последовательность и направление развития процессов, а также характер организационных и технологических связей между ними. Данные заносятся в графу 1. Графой 1 определяется структура производственного процесса возведения здания (сооружения) в зависимости от принятых методов увязки строительных процессов. Эта графа представляет собой матрицу $\delta^t_{j;l}$, в которой при $\delta^t_{j;l}=0$ организационно-технологическая связь между процессами j и l отсутствует, а при $\delta^t_{j;l}=1$ существует. Характер этой связи может быть представлен одной

Исходные данные (параметры), получаемые в результате анализа объемно-планировочных и конструктивных решений, требований по организации и технологии выполнения строительных процессов, технике безопасности, свойств применяемых материалов (проектно-сметная документация, проекты организации строительства и производства работ, типовые технологические карты, нормали, карты трудовых процессов, СНиП, ЕНиР и др.)

Матрица принятой организационно-технологической последовательности выполнения строительных процессов (работ)

Номера работ	Наименование работ	Q_j Затраты труда в чел.-см.	r_j^{min} Наименьшее число рабочих	r_j^{max} Наибольшее число рабочих	$Q'_{j,(j+1)}$ Организационно-технологический интервал, смена	$l \times Q_j^r$ Число участков и объем работ	$\tau^{тех}_{j,(j+1)}$ Технологический перерыв
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Подготовительные	260	2	18	—	—	—	—
2	Земляные	210	2	24	$Q'_{2,3}=30,0$	—	—	—
3	Устройство фундаментов	150	3	6	$Q'_{3,4}=4,3$	3×50	—	—
4	Устройство бетонной подготовки под полы	502	2	36	$Q'_{4,5}=17,0$	—	—	5
5	Монтаж колонн	900	6	30	—	3×300	5	—
6	Монтаж конструкций покрытия	1558	6	18	—	3×520	—	—
7	Монтаж стеновых панелей	480	4	20	—	3×160	—	—
8	Устройство кровли	2713	3	90	$Q'_{8,9}=6,0$	3×904	—	—
9	Устройство подвесного потолка	1030	4	40	$Q'_{9,10}=47,0$ $Q'_{9,11}=29,0$ $Q'_{9,12}=29,0$	—	—	—
10	Штукатурные	350	3	21	$Q'_{10,11}=34,0$ $Q'_{10,12}=23,0$	1×150 1×200	3	—
11	Сантехнические	250	2	18		1×200 1×50	—	—
12	Электромонтажные	230	2	12	—	3×76	—	—
13	Устройство чистых полов	840	2	18	$Q'_{13,15}=22,0$	3×280	4	—
14	Монтаж технологического оборудования	1600	5	20	—	3×530	—	—
15	Отделочные	1120	6	16	—	3×374	—	—

Рис. 10.2. Технологическая модель возведения объекта

из формул (3.4), (3.17), (3.18), (3.19), (3.21), номер которой, так же как и значения $\delta^{i}_{j;l}$, проставляется на пересечении столбцов и строк матрицы. Столбцы матрицы (графа 1) определяют номера последующих процессов, а строки (графа 2) — номера предшествующих;

3) параметры взаимной увязки строительных процессов, определяемые в результате расчета в соответствии с пп. 3.11—3.18 (графы 5—9).

Представленная таким образом технологическая модель определяет все множество допустимых решений (вариантов) возведения здания (сооружения), каждому из которых соответствуют определенные значения переменных r_j (k_j), где $j=1, 2, 3, ..., m$ — число строительных процессов на объекте.

Технологическая модель с заданными конечными значениями переменных параметров будет моделью дискретной (конечной) и однозначно определит вариант организации возведения здания с определенными сроками начала и окончания каждого из процессов и продолжительностью возведения здания в целом.

Переход от технологической к организационно-технологической модели возведения здания (рис. 10.3) осуществляется через установление таких значений интенсивности потребления ресурсов для каждого из процессов, которые отвечают условиям их рационального использования в целом по строительной организации при возведении ею всей совокупности объектов заданной программы работ (см. пример 1 настоящего приложения). Таким образом, под организационно-технологической моделью возведения здания (сооружения) понимается такая дискретная технологическая модель (вариант), в которой принятые значения переменных параметров отвечают некоторому показателю качества использования ресурсов или критерию эффективности.

Организационно - технологическая модель (см. рис. 10.3) рассчитывается на основе данных, приведенных в графах 1—9 технологической модели в следующем порядке:

1. Принятая интенсивность потребления ресурсов проставляется в графе 10.

2. Определяется продолжительность выполнения каждой работы T_j по формулам (3.20), (3.21). Например, продолжительность работы *1*

$$T_1 = \frac{Q_1}{r_1} = \frac{260 \text{ чел.-дн.}}{10 \text{ чел.}} = 26 \text{ дней и т. д.}$$

Номера работ	Принятая интенсивность потребления трудовых ресурсов (число рабочих-исполнителей)	Данные (параметры), получаемые в результате расчета модели: T_j Продолжительность работы	$\tau_{j,(j+1)}$ Величина организационного перерыва между процессами	$t_j^н$ Время начала работы	$t_j^о$ Время окончания работы	T' Продолжительность возведения объекта	Графическая модель возведения объекта
2	10	11	12	13	14	15	16
1	10	26	$\tau_{1,2}=26$	0	26	435 дней	
2	12	18	$\tau_{2,3}=15$	26	44		
3	6	24	$\tau_{3,4}=10$, $\tau_{3,5}=8$	41	65		
4	14	36	$\tau_{4,5}=20$	51	87		
5	12	75	$\tau_{5,6}=25$	71	146		
6	12	130	$\tau_{6,7}=37$, $\tau_{6,8}=91$	96	226		
7	10	48	$\tau_{7,8}=16$	193	241		
8	48	58	$\tau_{8,9}=20$, $\tau_{8,15}=58$	209	267		
9	14	74	$\tau_{9,15}=30$; $\tau_{9,10}=60$	229	303		
10	12	30	$\tau_{10,11}=13$, $\tau_{10,12}=20$ $\tau_{10,13}=25$, $\tau_{10,15}=17$	289	319		
11	10	25	$\tau_{11,14}=25$	302	327		
12	8	29	$\tau_{12,14}=10$	309	338		
13	18	48	$\tau_{13,14}=16$, $\tau_{13,15}=25$	314	362		
14	15	105	—	330	435		
15	16	70	—	339	409		

Графическая модель возведения объекта

Месяцы строительства: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Рабочие дни: 1-40 | 41-80 | 81-120 | 121-160 | 161-200 | 201-240 | 241-280 | 281-320 | 321-360 | 361-400 | 401-440 | 441-480

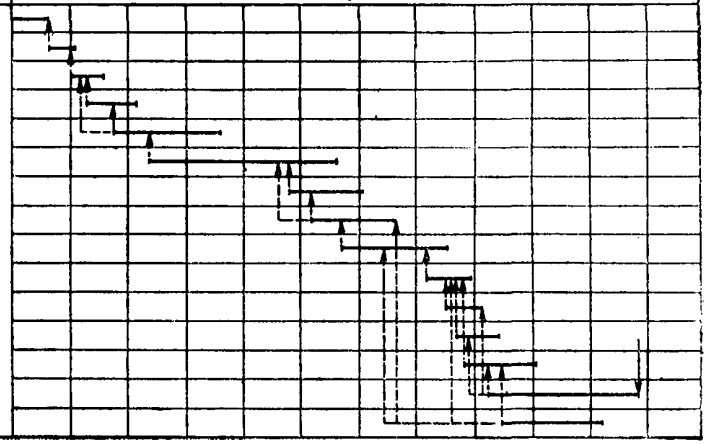


Рис. 10.3. Организационно-технологическая модель возведения объекта

Результаты проставляются в графу 11.

3) В зависимости от характера связи определяется величина организационного перерыва для каждой пары смежных процессов (работ) по одной из формул (3.4), (3.17)—(3.19), (3.21).

Так, организационный перерыв между работами *1* и *2*, определяемый формулой (3.4), равен:

$$\tau_{1,2} = T_1 = \frac{Q_1}{r_1} = \frac{260}{10} = 26 \text{ дней}.$$

Организационный перерыв между работами *3* и *4* определяется формулой (3.17)

$$\tau_{3,4} = \frac{q^{\bullet}_{3,4}\, r_4}{r_3} = \frac{4,3 \cdot 14}{6} = 10 \text{ дней},$$

так как $T_3 < T_4$ (24 < 36).

Организационный перерыв между работами *3*, *5*, определяемый формулой (3.21), равен:

$$\tau_{3,5} = \max \left(\sum_{\gamma=1}^{\eta} \frac{Q_3^{\gamma}}{r_3} - \sum_{\gamma=1}^{\eta-1} \frac{Q_4^{\gamma}}{r_4} \right),$$

где η берется в интервале от 1 до 3 ($1 \leqslant \eta \leqslant 3$) $\gamma = 1, 2, 3$ (число участков);

$$\tau_{3,5} = \frac{50}{6} - 0 = 8 \text{ дней};$$

$$\tau_{3,5} = \left(\frac{50}{6} + \frac{50}{6}\right) - \frac{300}{12} = -9 \text{ дней};$$

$$\tau_{3,5} = \left(\frac{50}{6} + \frac{50}{6} + \frac{50}{6}\right) - \left(\frac{300}{12} + \frac{300}{12}\right) = -26 \text{ дней}.$$

Таким образом, принимаем $\tau_{3,5} = 8$ дней и т. д.

Рассчитанные таким образом организационные интервалы заносятся в графу 12.

4) Последовательно определяется время начала каждой работы по формуле

$$t_l^{\text{н}} = \max \left(t_j^{\text{н}} + \tau_{l,j} \right) \text{ при } l > j.$$

Принимаем $t_1^{\text{н}} = 0$ (начало первой работы).

Тогда:

$$t_2^{\text{н}} = t_1^{\text{н}} + \tau_{1;2} = 0 + 26 = 26 \text{ дней};$$

$$t_3^{\text{н}} = t_2^{\text{н}} + \tau_{2;3} = 26 + 15 = 41 \text{ день};$$

$$t_4^{\text{н}} = t_3^{\text{н}} + \tau_{3;4} = 41 + 10 = 51 \text{ день}.$$

В связи с тем, что работа *5* зависит от работ *3* и *4*, начало *5*-й работы определится двумя условиями:

$$t_5^{\text{н}} = t_4^{\text{н}} + \tau_{4;5} = 51 + 20 = 71 \text{ день}.$$

$$t_5^{\text{н}} = t_3^{\text{н}} + \tau_{3;5} = 41 + 8 = 49 \text{ дней},$$

которые будут соблюдены в том случае, если работа *5* начнется на 71-й день, т. е. $t_5^{\text{н}} = 71$ день, и т. д.

Принятые сроки начала каждой работы заносятся в графу 13.

5) Определяются моменты времени окончания работ по формуле

$$t_j^{\text{о}} = t_j^{\text{н}} + T_j$$

Так, для работы *1*:

$$t_1^{\text{о}} = t_1^{\text{н}} + T_1 = 0 + 26 = 26 \text{ дней};$$

$$t_{14}^{\text{о}} = t_{14}^{\text{н}} + T_{14} = 330 + 105 = 435 \text{ дней};$$

$$t_{15}^{\text{о}} = t_{15}^{\text{н}} + T_{15} = 339 + 70 = 409 \text{ дней}.$$

Наибольшее время окончания какой-либо из работ определяет продолжительность строительства объекта в целом. Такой работой в примере является работа *14* (монтаж технологического оборудования), которая оканчивается на 435-й день. Продолжительность возведения объекта определяется по формуле

$$T^i = \max \left(t_l^{i\text{н}} + T_l^i \right) \quad \text{при } 1 \leqslant l \leqslant m.$$

Рассчитанная организационно-технологическая модель представлена графически в линейной форме, выполнена в масштабе времени и представляет собой календарный план возведения объекта, а также отображает развитие объектного потока в составе генерального непрерывного потока в целом по строительной организации (см. рис. 10.3).

Границы, в которых вообще может развиваться объектный поток, определяются технологической моделью возведения объекта, в которой переменные параметры потока принимают все возможные значения от минимальных до максимальных.

ОБЩЕСОЮЗНАЯ НОМЕНКЛАТУРА ИНВЕНТАРНЫХ ЗДАНИЙ

Производственного назначения

Мастерские ремонтно-механические, механомонтажные, санитарно-технические, электротехнические, столярно-плотничные, арматурные, контрольно-измерительных приборов и автоматики, изоляционные, авторемонтные. Гаражи, профилактории. Котельные, электростанции. Компрессорные, станции по изготовлению и раздаче газов и газовых смесей. Комплексные и комбинированные объекты.

Складского назначения

Склады (кладовые) материально-технические, с рампой и без рампы, отапливаемые, неотапливаемые и теплохолодные. Навесы с рампой и без рампы. Комплексные и комбинированные объекты.

Административного назначения

Конторы строительного управления, производителя работ, мастера. Диспетчерские, табельные, лаборатории строительные. Красные уголки. Комплексные и комбинированные объекты.

Санитарно-бытового назначения

Душевые, умывальные, медпункты, сушилки, уборные. Гардеробные, помещения для обогревания работающих, столовые на сырье и полуфабрикатах. Комплексные и комбинированные объекты.

Жилого и общественного назначения

Жилые дома, общежития. Комбинаты бытового обслуживания, магазины. Бани, прачечные. Клубы. Детские сады, ясли. Школы. Почта. Комплексные и комбинированные объекты.

Конструктивные варианты инвентарных зданий и их параметрические ряды приведены в табл. 11.1, 11.2.

Таблица II.1

Конструктивные варианты инвентарных зданий

№ п.п.	Характеристика конструктивного варианта	Принятый код
	А. Сборно-разборного типа	
	Каркасно-панельное решение	
1	Колонны и фермы — стальные из прокатных профилей. Панели покрытия и стеновые панели — железобетонные	W_1
2	Колонны и фермы — стальные из прокатных профилей. Панели покрытия и стеновые панели — деревоасбестоцементные	W_2
3	Колонны — деревянные. Фермы — металлодеревянные. Панели покрытия и стеновые панели — древесноволокнистые плиты	W_3
4	Рамы — деревянные. Панели покрытия и стеновые панели — деревянные	W_4
	Панельное решение	
5	Панели покрытия и стеновые панели — стальные или из легких сплавов	W_5
6	Панели покрытия и стеновые панели — деревянные	W_6
7	Стеновые панели — деревянные. Покрытие из объемных деревянных блоков	W_7

Продолжение табл. 11.1

№ п. п.	Характеристика конструктивного варианта	Принятый код
	Б. Контейнерного типа	
	Панельное решение	
1	Контейнер одиночный. Каркас панелей — стальной из прокатных или гнутых профилей. Обшивка наружная — стальной лист, внутренняя — деревянная	V_1
2	То же, блокируемый с доборными элементами	V_2
3	Контейнер одиночный. Каркас панелей — деревянный, обшивка наружная и внутренняя — деревянная. Основание контейнера — стальная рама из прокатных профилей	V_3
4	То же, блокируемый с доборными элементами	V_4
	Каркасно-обшивное решение	
5	Контейнер одиночный. Каркас — стальной из прокатных профилей. Обшивка наружная — стальной лист, внутренняя — деревянная	V_5
6	Контейнер блокируемый. Каркас — стальной из прокатных профилей. Обшивка наружная и внутренняя — деревянная	V_6
7	Контейнер одиночный. Каркас — металлодеревянный. Обшивка наружная и внутренняя — деревянная	V_7

Продолжение табл. 11.1

№ п п	Характеристика конструктивного варианта	Принятый ход
	В. Передвижного типа	
	Панельное решение	
1	Кузов неблокируемый. Каркас панелей — стальной из гнутых или прокатных профилей. Обшивка наружная — стальной лист, внутренняя — деревянная	l_1
2	То же, блокируемый без доборных элементов	l_2
3	Кузов неблокируемый. Каркас панелей — деревянный. Обшивка наружная — стальной лист, внутренняя — деревянная. Ходовая часть — неинвентарная	l_3
4	Кузов неблокируемый. Каркас панелей — деревянный. Обшивка наружная и внутренняя — деревянная. Ходовая часть — инвентарная	l_4
	Каркасно-обшивное решение	
5	Кузов неблокируемый. Каркас — деревянный. Наружная обшивка — стальной лист, внутренняя — деревянная. Ходовая часть — инвентарная	l_5
6	Кузов неблокируемый. Каркас — металлодеревянный. Наружная обшивка — стальной лист, внутренняя — деревянная. Ходовая часть — инвентарная	l_6
7	Вагон на железнодорожном ходу неблокируемый	l_7

Таблица 11.2

Параметрические ряды инвентарных зданий

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
	Производственного назначения			
1	Мастерская ремонтно-механическая	W_1	тыс. руб. в год / $м^2$	15 000 / 1728 ; 100 / 576 ; 60 / 432
		W_5	»	— / 473 ; — / 419 ; — / 368
		V_4	»	52 / 73 ; 40 / 36 ; 20 / 68
		I_7	»	— / 34 ; — / 17 ; —
2	Механомонтажная мастерская	W_1	тыс. руб. в год / $м^2$	100 / 360 ; 50 / 288 ; 20 / 216
3	Мастерская санитарно-техническая монтажная	W_1	тыс. руб. в год / $м^2$	80 / 360 ; 50 / 288 ; 20 / 216
		V_1	»	30 / 189

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
4	Мастерская электротехническая монтажная	W_1	тыс. руб. в год / $м^2$	150/432 ; 100/360 ; 60/288 ; 30/216
5	Мастерская столярно-плотничная	W_1	тыс. $м^3$ в год / $м^2$	10/792 ; 3/576
		W_4	»	3/378
		V_4	»	1,5/130
		V_5	»	—/108
6	Гараж	W_1	количество машин / $м^2$	250/2880 ; 150/1584 ; 75/792 ; 38/576
		W_3	»	100/— ; 8/432 ; 2/—

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
7	Профилакторий	W_4	количество машин / $м^2$	100/270 ; 50/64
		W_5	»	—/504
8	Котельная	W_4	количество котлов / $м^2$	3/105
		V_2	»	2/70
		I_7	»	1/17
9	Электростанция	W_5	$квт \cdot ч$	60/40
		V_4	»	200/64
		I_7	»	—/17

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
10	Компрессорная	W_1	$\frac{м^3 \cdot мин}{м^2}$	$\frac{150}{360}$; $\frac{100}{288}$; $\frac{60}{216}$; $\frac{40}{144}$; $\frac{40}{148}$
11	Раздаточная газовых смесей	V_1	$\frac{\text{количество баллонов}}{м^2}$	$\frac{10}{22}$; $\frac{8}{22}$
	Складского назначения			
1	Склад (кладовая) материальный, отапливаемый, без рампы	W_1	$м^2$	792; 504; 360; 216
		W_4	»	270; 160; 100
		W_5	»	421; 190; 72
		W_7	»	58; 35
		V_3	»	24
		V_4	»	64; 38
		V_5	»	17
		V_6	»	39
		I_5	»	24
		I_7	»	15
2	Склад (кладовая) материальный, отапливаемый, с рампой	W_1	$м^2$	792; 504

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
3	Склад (кладовая) материальный, неотапливаемый, без рампы	W_1 W_2 W_4 W_5 W_7 V_3 V_6	$м^2$ » » » » » »	792; 504; 360; 216 872; 72 430; 270; 160; 100 72 58; 35 24; 15 39
4	Склад (кладовая) материальный, неотапливаемый, с рампой	W_1	$м^2$	792; 504
5	Склад (кладовая) технический, теплохолодный	W_1 W_2 W_4 W_5	$м^2$ » » »	864; 576 1044 270; 160 421
6	Навес без рампы	W_1	$м^2$	504; 360; 216

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
	Административного назначения			
1	Контора	W_1	количество рабочих мест / $м^2$	27/288 ; —/216
		W_4	»	30/309 ; —/203 ; —/102 ; —/50
		W_5	»	—/338
		W_7	»	—/161 ; —/127 ; —/103 ; —/63 ; —/58
		V_3	»	6/24 ; —/15
		V_4	»	30/189
		V_5	»	—/17
		I_1	»	6/25 ; 3/22

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
1		I_3	количество рабочих мест / $м^2$	5 / 20
		I_5	»	5 / 24
		I_6	»	3 / 22
		I_7	»	6 / 16
2	Красный уголок	V_3	количество мест / $м^2$	— / 15
		V_6	»	20 / 44
		I_1	»	20 / 25 ; 15 / 22
		I_3	»	33 / 22

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
2	Красный уголок	I_5	количество мест / м²	20 / 24
		I_7	»	— / 16
	Санитарно-бытового назначения			
1	Бытовые помещения (комплекс)	W_1	количество чел. / м²	450/840; 250/504; 150/360; 150/288
		W_4	»	120/266
		V_7	»	500/277; 250/161; 150/104
		V_4	»	200/324; 100/195; 75/187; 60/130; 25/76
		I_1	»	40/118

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
2	Гардеробная	V_3	количество мест / $м^2$	10/15 ; 8/15
		V_5	»	12/17
3	Столовая (на сырье)	W_1	количество посадочных мест / $м^2$	150/972 ; 100/756 ; 50/432
		W_4	»	75/417
		W_6	»	50/130
		W_7	»	100/415 ; 50/346
		V_4	»	50/258 ; 20/114
		I_2	»	40/145

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
4	Столовая (на полуфабрикатах)	W_1	количество посадочных мест / $м^2$	$\frac{100}{540}$; $\frac{50}{360}$
		W_4	»	$\frac{25}{155}$
		V_3	»	$\frac{18}{63}$; $\frac{12}{37}$
		V_6	»	$\frac{56}{164}$
		I_1	»	$\frac{20}{30}$; $\frac{20}{25}$; $\frac{10}{22}$
		I_3	»	$\frac{26}{20}$; $\frac{12}{20}$
		I_4	»	$\frac{12}{20}$
		I_5	»	$\frac{16}{24}$

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
	Жилого и общественного назначения			
1	Жилой дом	W_5	количество квартир / $м^2$	4 / 196
		W_6	»	10 / 302; 5 / 152; 4 / 127
		V_4	»	2 / 75
		V_6	»	8 / 329; 1 / 44
		I_5	»	2 / 24
2	Общежитие	W_5	количество мест / $м^2$	25 / 295; 20 / 277
		W_6	»	25 / 154; 20 / 130

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
2	Общежитие	V_4	$\frac{\text{количество мест}}{м^2}$	$\frac{24}{151}; \frac{16}{124}; \frac{12}{75}$
		V_6	»	$\frac{7}{44}$
		I_1	»	$\frac{12}{30}; \frac{10}{30}; \frac{8}{25}; \frac{5}{22}$
		I_2	»	$\frac{8}{147}$
		I_3	»	$\frac{8}{20}; \frac{6}{20}$
		I_4	»	$\frac{12}{22}$
		I_5	»	$\frac{12}{24}; \frac{8}{24}$
		I_6	»	$\frac{8}{22}$
		I_7	»	$\frac{13}{53}; \frac{11}{50}; \frac{4}{16}$

Продолжение табл. 11.2

№ п.п.	Номенклатура инвентарных зданий	Код конструктивного варианта здания	Единица измерения	Показатели параметрического ряда
3	Магазин	W_1	количество рабочих / $м^2$	10 / 648
		W_4	»	4 / 261 ; 3 / 155
		V_4	»	4 / 129 ; 2 / 75
		V_6	»	4 / 79
		I_1	»	1 / 32 ; 1 / 30 ; 1 / 25
		I_7	»	1 / 16
4	Клуб	W_1	количество посадочных мест / $м^2$	300 / 1130
		W_4	»	150 / 384 ; 70 / 212
		V_4	»	75 / 193

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА ИНВЕНТАРНЫХ ЗДАНИЙ

Для строительной площадки, организуемой в черте города М, при возведении гражданского объекта необходимо сформировать оптимальный набор инвентарных зданий. Строительство поручено подрядной организации, на балансе которой имеется ряд инвентарных зданий различной номенклатуры и конструктивных вариантов.

На первом этапе, исходя из конкретных условий строительства, нормативно-технической документации и технологии выполнения строительно-монтажных работ, установлена требуемая при организации строительной площадки и выполнении строительно-монтажных работ номенклатура инвентарных зданий, которая приведена в табл. 12.1.

Таблица 12.1

Распределение номенклатуры инвентарных зданий по работам и процессам

№ п.п.	Код		Номенклатура инвентарных зданий							
			склады			административные	санитарно-бытовые			
	работы	процесса	отапливаемые	теплохолодные	неотапливаемые	конторы	гардеробные	душевые	столовые	уборные
1	N^1	R_1^1	+	+	+	+	+	+	+	+
2	N^2	R_2^2	+	+	+	+	+	—	+	+
3		R_3^2	+	+	+	+	+	—	+	+
4	N^3	R_4^3	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. Знак «+» указывает на необходимость обеспечения рассматриваемой строительно-монтажной работы или процесса соответствующей номенклатурой инвентарных зданий. Знак «—» характеризует отсутствие необходимости в номенклатуре инвентарных зданий.

На втором этапе по указанной в табл. 12.1 номенклатуре для каждой работы и процесса рассчитаны потребные мощности или вместимость инвентарных зданий. Для упрощения последующих вычислений все расчеты приведены к единому показателю — показателю полезной площади инвентарных зданий.

На третьем этапе результаты расчетов сведены в самостоятельные для каждой функциональной группы инвентарных зданий таблицы (табл. 12.2 и 12.3). В таблицах распределены требуемые площади, определено время изменения и суммарные потребности в площадях инвентарных зданий различной номенклатуры по периодам.

На четвертом этапе приведенные в конце табл. 12.2 и 12.3 суммарные показатели потребных площадей приняты в качестве исходных данных для выбора и нахождения оптимального плана распределения конструктивных вариантов зданий, имеющихся на балансе подрядной организации.

Расчет оптимального плана распределения требуемых номенклатуры и площадей инвентарных зданий складского и санитарно-бытового назначения производится по исходным данным, приведенным в табл. 12.4 и 12.5. В этих таблицах указаны: по горизонтали — потребные площади по периодам; по вертикали — показатели площади конструктивных вариантов инвентарных зданий, находящихся на балансе подрядной организации. На пересечении строк и столбцов таблиц приведены усредненные показатели общих трудозатрат, приходящиеся на монтаж, демонтаж и эксплуатацию рассматриваемых конструктивных вариантов.

В процессе расчета последовательно проверены все возможные варианты распределения инвентарных зданий. Результаты расчетов, представляющие собой план оптимального распределения конструктивных вариантов инвентарных зданий по периодам, приведены в табл. 12.6 и 12.7.

На пятом этапе по данным расчета оптимального распределения (см. табл. 12.6 и 12.7) составлены все варианты наборов инвентарных зданий из числа имеющихся в строительной организации. Наборы составлены для каждого периода отдельно по каждой функциональной группе инвентарных зданий. Учитывая, что число наборов, удовлетворяющих расчетным значениям потребных

Таблица 12.2

Определение периодов изменения потребных площадей инвентарных зданий складского назначения

№ п.п.	N^{α}	R^{α}_{β}	$t^{н}_{\beta}$	$t^{о}_{\beta}$	$S^{к}_{\beta}$	Период изменения потребных площадей				
						1—15	15—30	30—60	60—75	75—90
1	N^1	R^1_1	1	30	20 | 20 60	20 | 20 60	20 | 20 60			
2	N^2	R^2_2	15	60	80 | 20 100		80 | 20 100	80 | 20 100		
3		R^2_3	30	90	60 | 30 40			60 | 30 40	60 | 30 40	60 | 30 40
4	N^3	R^3_4	15	75	30 | 40 80		30 | 40 80	30 | 40 80	30 | 40 80	
Суммарные потребные площади						20 | 20 60	130 | 80 240	170 | 90 220	90 | 70 120	60 | 30 40

Таблица 12.3

Определение периодов изменения потребных площадей инвентарных зданий санитарно-бытового назначения

№ п.п.	N^{α}	R^{α}_{β}	$t^{н}_{\beta}$	$t^{о}_{\beta}$	$S^{к}_{\beta}$	Периоды изменения потребных площадей											
						1—15		15—30		30—60		60—75		75—90			
1	N^1	R^1_1	1	30	6 / 20	8 / 4	6 / 20	8 / 4	6 / 20	8 / 4							
2	N^2	R^2_2	15	60	6 / 20	— / 4			6 / 20	— / 4	6 / 20	— / 4					
3		R^2_3	30	90	12 / 30	— / 8					12 / 30	— / 8	12 / 30	— / 8	12 / 30	— / 8	
4	N^3	R^3_4	15	75	14 / 28	8 / 8			14 / 28	8 / 8	14 / 28	8 / 8	14 / 28	8 / 8			
Суммарные потребные площади						6 / 20	8 / 4	26 / 68	16 / 16	32 / 78	8 / 20	26 / 58	8 / 16	12 / 30	— / 8		

Таблица 12.4

Исходные данные для расчета распределения инвентарных зданий складского назначения

Период изменения	Шифр потребной площади	Потребная площадь	Коды конструктивных вариантов					
			W_1	W_6	V_4	V_5	I_1	I_6
			200	500	350	300	150	250
1—15	S_1^1	20		6	20		4	2
	S_2^2	20	8	6			4	2
	S_3^3	60		18	60	30	12	
15—30	S_4^1	130		39	130		26	13
	S_5^2	80	32	24			16	8
	S_6^3	240		72	240	120	48	
30—60	S_7^1	170		51	170		34	17
	S_8^2	90	36	27			18	9
	S_9^3	220		66	220	110	44	
60—75	S_{10}^1	90		27	90		18	9
	S_{11}^2	70	28	21			14	7
	S_{12}^3	120		36	120	60	24	
75—90	S_{13}^1	60		18	60		12	6
	S_{14}^2	30	12	9			6	3
	S_{15}^3	40		12	40	20	8	
Фиктивный потребитель площади		310	400	400	400	400	400	400

Таблица 12.5

Исходные данные для расчета распределения инвентарных зданий санитарно-бытового назначения

Период изменения	Шифр потребной площади	Потребная площадь	Коды конструктивных вариантов					
			W_1	W_6	V_4	V_6	I_1	I_6
			40	80	60	70	60	150
1—15	S^1_{16}	6		1,8	6	3	1,2	0,6
	S^2_{17}	8			8		1,6	
	S^3_{18}	20	8	6	20	10		2
	S^4_{19}	4			4			0,46
15—30	S^1_{20}	26		7,8	26	13	5,2	2,6
	S^2_{21}	16			16		3,2	
	S^3_{22}	68	15	20	68	34		6,8
	S^4_{23}	16			16			1,6

Продолжение табл. 12.5

Период изменения	Шифр потребной площади	Потребная площадь	Коды конструктивных элементов					
			W_1	W_2	V_4	V_5	I_1	I_6
			40	80	60	70	60	150
30—60	S^1_{24}	32		10	32	16	6,4	3,2
	S^2_{25}	8			8		1,6	
	S^3_{26}	78	31	23	7	3		7
	S^4_{27}	20			20			2
60—75	S^1_{28}	26		7,8	26	13	5,2	2,6
	S^2_{29}	8			8		1,6	
	S^3_{30}	58	23	17	58	29		5,8
	S^4_{31}	16			16			1,6
75—90	S^1_{32}	12		3,6	12	6	2,4	1,2
	S^2_{33}	30	12	9	30	15		3
	S^3_{34}	8			8			0,8

Таблица 12.6

Оптимальное распределение конструктивных вариантов инвентарных зданий складского назначения

Период изменения	Шифр потребной площади	Потребная площадь	Коды конструктивных вариантов					
			W_1	W_6	V_4	V_6	I_1	I_6
			200	500	350	300	150	250
1—15	S_1^1	20		6	20 20		4	2
	S_2^2	20	8 20	6			4	2
	S_3^3	60		18	60	30 60	12	
15—30	S_4^1	130		39 50	130		26	13 80
	S_5^2	80	32 80	24			16	8
	S_6^3	240		72 90	240	120	48 150	
30—60	S_7^1	170		51	170		34	17 170
	S_8^2	90	36	27 90			18	9
	S_3^9	220		66 140	220	110 80	44	

Продолжение табл. 12.6

Период изменения	Шифр потребной площади	Потребная площадь	Коды конструктивных вариантов					
			W_1	W_6	V_4	V_5	I_3	I_6
			200	500	350	300	150	250
60—75	S^1_{10}	90		27 70	90 20		18	9
	S^2_{11}	70	28 70	21			14	7
	S^3_{12}	120		36	120	60 120	24	
75—90	S^1_{13}	60		18 60	60		12	6
	S^2_{14}	30	12 30	9			6	3
	S^3_{15}	40		12	40	20 40	8	
Фиктивный потребитель площади		310	400	400	400 310	400	400	400

Таблица 12.7

Оптимальное распределение конструктивных вариантов инвентарных зданий санитарно-бытового назначения

Период изменения	Шифр потребной площади	Потребная площадь	Коды конструктивных вариантов					
			W_1	W_6	V_4	V_5	I_1	I_6
			40	80	60	70	60	150
1—15	S^1_{16}	6		1,8	6 6	3	1,2	0,6
	S^2_{17}	8			8 6		1,6 2	
	S^3_{18}	20	8	6	20	10		2 20
	S^4_{19}	4			4 4			0,4
15—30	S^1_{20}	26		7,8	26	13	5,2	2,6 26
	S^2_{21}	16			16		3,2 16	
	S^3_{72}	68	15 40	20	68 28	34		6,8
	S^4_{23}	16			16			1,6 16

Продолжение табл. 12.7

Период изменения	Шифр потребной площади	Потребная площадь	Коды конструктивных вариантов					
			W_3	W_6	V_4	V_5	I_1	I_6
			40	80	60	70	60	150
30—60	S^1_{24}	32		10	32	16	6,4	3,2 32
	S^2_{25}	8			8		1,6 8	
	S^3_{26}	78	31	23	78 16	39 62		7,8
	S^4_{27}	20			20			2 20
60—75	S^1_{28}	26		7,8	26	13	5,2 26	2,6
	S^2_{29}	8			8		1,6 8	
	S^3_{30}	58	23	17 50	58	29 8		5,8
	S^4_{31}	16			16			1,6 16
75—90	S^1_{32}	12		3,6	12	6	2,4	1,2 12
	S^2_{33}	30	12	9 30	30	15		3
	S^3_{34}	8			8			0,8 8

площадей, может быть бо́льшим, эти работы целесообразно осуществить с применением ЭВМ. Так, только для одного периода «15—30» (см. табл. 12.6) номенклатура складов с потребной площадью 130 $м^2$ может быть удовлетворена площадью 50 $м^2$ конструктивного варианта W_6 и площадью 80 $м^2$ конструктивного варианта I_6. В свою очередь площадь 50 $м^2$ W_6 может быть обеспечена зданием площадью 55 $м^2$ или двумя зданиями с площадью каждого 27 $м^2$. Площадь 80 $м^2$ I_6 может быть представлена зданием на 80 $м^2$, четырьмя зданиями по 20 $м^2$, двумя зданиями по 20 $м^2$ и одним зданием на 40 $м^2$. Таким образом, варианты наборов инвентарных зданий имеют вид:

I) $2 \cdot 27 + 4 \cdot 20 > 130$;
II) $55 + 2020 + 40 > 130$;
III) $55 + 80 > 130$;
IV) $55 + 4 \cdot 20 > 130$;
V) $2 \cdot 27 + 2 \cdot 20 + 40 > 130$.

Каждое из пяти неравенств представлено уравнением общих трудозатрат на монтаж, демонтаж и эксплуатацию рассматриваемых инвентарных зданий:

I) $30{,}8\,\omega^* + 6{,}8 = \theta_I$;
II) $28{,}2\,\omega^* + 6{,}3 = \theta_{II}$;
III) $25{,}6\,\omega^* + 5{,}7 = \theta_{III}$;
IV) $29{,}0\,\omega^* + 6{,}3 = \theta_{IV}$;
V) $28{,}0\,\omega^* + 6{,}3 = \theta_V$.

Сравнением уравнений наборов между собой по тождеству коэффициента прогнозируемой оборачиваемости найден набор инвентарных зданий с минимальными трудозатратами. Расчет показал, что из десяти уравнений значение ω^* принимает шесть раз отрицательные значения, два — нулевые и два раза — положительные. При значениях прогнозируемой оборачиваемости $\omega^* \leqslant 3$ эффективно применить набор инвентарных зданий $55 + 2 \times \times 20 + 40$ (II), а при $\omega^* \geqslant 3$—$2 \cdot 27 + 2 \cdot 20 + 40$ (V).

Аналогичные переборы выполнены по каждой номенклатуре инвентарных зданий для рассматриваемых периодов функциональной группы по назначению.

На шестом и седьмом этапах выбирается оптимальный набор и привязывается к условиям строительной площадки. Поскольку расчет распределения выполнен на основе имеющихся в строительной организации ин-

Таблица 12.8

Оптимальный набор инвентарных зданий для строительной площадки

№ п.п.	Наименование инвентарных зданий	Единица измерения	Мощность (вместимость)	Тип здания	Количество зданий	Стоимость в тыс. руб.		Время функционирования на площадке		Оборачиваемость
						общая	работ на площадке	начало	окончание	
	Складского назначения									
1	Склад материально-технический	$м^2$	55	Сборно-разборный	1	—	—	1/I	30/III	1
			55	»	1	—	—	15/I	15/III	1
2	Склад отапливаемый материальный	»	70	»	1	—	—	15/I	30/III	1
3	Склад неотапливаемый материальный	»	140	»	1	—	—	30/I	30/II	1
4	Склад отапливаемый материальный	»	20	Контейнерный	1	—	—	1/I	15/I	2
			20	»	1	—	—	30/II	15/III	—
			20	»	1	—	—	30/II	15/III	—
5	Склад неотапливаемый материальный	»	40	»	1	—	—	1/I	30/III	1
			40	»	1	—	—	30/I	15/III	1

Продолжение табл. 12.8

№ п.п.	Наименование инвентарных зданий	Единица измерения	Мощность (вместимость)	Тип здания	Количество зданий	Стоимость в тыс. руб.		Время функционирования на площадке		Оборачиваемость
						общая	работ на площадке	начало	окончание	
6	Склад отапливаемый материальный	$м^2$	30	Передвижной	3	—	—	15/I	1/II	1
			30	»	3	—	—	1/I	30/II	1
7	Склад неотапливаемый материальный	»	30	»	5	—	—	15/I	30/I	1
	Административного назначения									
8	Контора производителя работ	количество рабочих мест / $м^2$	3 / 20	Контейнерный	1	—	—	15/I	30/III	3
	Санитарно-бытового назначения									
9	Гардеробная	количество мест / $м^2$	10 / 12	Контейнерный	1	—	—	1/I	15/II	1

Продолжение табл. 12,8

№ п.п.	Наименование инвентарных зданий	Единица измерения	Мощность (вместимость)	Тип здания	Количество зданий	Стоимость в тыс. руб.		Время функционирования на площадке		Оборачиваемость
						общая	работ на площадке	начало	окончание	
10	Гардеробная	количество мест / $м^2$	20 / 30	Передвижной	1	—	—	1/III	15/III	1
11	»	»	8 / 13	»	2	—	—	15/I	30/II	1
		»	8 / 13	»	1	—	—	1/II	30/II	1
		»	8 / 13	»	1	—	—	15/III	30/III	1
12	Душевая	количество сеток / $м^2$	1 / 8	Контейнерный	1	—	—	1/I	15/I	1
13	»	»	1 / 8	Передвижной	1	—	—	15/I	15/III	1
		»	1 / 8	»	1	—	—	15/I	30/I	1

Продолжение табл. 12,8

№ п. п.	Наименование инвентарных зданий	Единица измерения	Мощность (вместимость)	Тип здания	Количество зданий	Стоимость в тыс. руб.		Время функционирования на площадке		Сборачиваемость
						общая	работ на площадке	начало	окончание	
14	Столовая на полуфабрикатах	количество посадочных мест / $м^2$	30 / 40	Сборно-разборный	1	—	—	15/I	30/I	1
		»	30 / 40	»	1	—	—	15/III	30/III	1
15	Буфет	»	30 / 30	»	2	—	—	1/II	30/II	1
16	Уборная	»	2 / 10	Передвижной	2	—	—	15/I	15/III	1
		»	2 / 10	»	1	—	—	15/III	30/III	1

вентарных зданий, то отобранное сочетание их по периодам обеспечивает минимум суммарных трудозатрат на монтаж, демонтаж и эксплуатацию зданий на строительной площадке или искомый оптимальный набор инвентарных зданий. Привязка набора заключается в том, что строительная организация дает обязательство своевременно обеспечить строительную площадку инвентарными зданиями, приведенными в табл. 12.8.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

Глава 1

Проектирование организации строительства и производства работ

Общие положения 9
Сложность объектов и особенности организации их строительства 11
Требования к составу и содержанию проекта организации строительства 15
Проект производства работ 19
Типовые технологические карты и карты трудовых процессов строительного производства 22

Глава 2

Организация строительного производства поточными методами

Общие положения 24
А. Промышленное строительство 26
Проект организации строительства 26
Проект производства работ 35
Особенности проектирования возведения линейных объектов поточными методами 43
Методика расчета неритмичных потоков при сетевом планировании и управлении 53
Б. Последовательность возведения зданий, совмещение и увязка работ 56
Последовательность возведения зданий 56
Совмещение во времени работ по монтажу строительных конструкций и оборудования 64
Увязка заводского изготовления, транспорта и монтажа строительных конструкций 73
В. Жилищно-гражданское строительство 80
Проект организации строительства 80

Стр.
Проект производства работ 83
Г. Сельское строительство 90
Проект организации строительства 90
Проект производства работ 93

Глава 3

Сводный проект организации работ на годовую программу строительной организации

Общие положения 98
Методика разработки сводного ПОР 100

Глава 4

Инвентарные здания для строительства

Общие положения 132
Методика расчета оптимальных наборов инвентарных зданий 133

Глава 5

Методы производства основных строительно-монтажных работ

Общие положения 149
Разработка котлованов под фундаменты зданий 153
Устройство монолитных фундаментов 154
Устройство бетонной подготовки 155
Монтаж сборных железобетонных конструкций зданий . . 156
Заделка стыков и швов 161
Устройство покрытий чистых полов 162
Устройство кровель из рулонных и мастичных материалов . 164
Приложение 1. Определение количества строительных организаций и уровня специализации по работам, выполняемым собственными силами, по генподряду, а также отдельным видам работ 166
Приложение 2. Расчет комплексного потока по заданному сроку строительства 170
Приложение 3. Расчет объектного потока по заданному сроку строительства 175
Приложение 4. Расчет специализированного потока по монтажу сборных железобетонных конструкций промышленного здания 186
Приложение 5. Методические рекомендации по проектированию неритмичных потоков с применением сетевых моделей и ЭЦВМ 192

Стр.

1. Определение последовательности возведения объектов комплекса 192
2. Формирование потоков однородных работ 201
3. Приведение продолжительности поточного строительства объектов и комплексов к заданному сроку . . . 206
4. Расчет непрерывных потоков при заданном сроке строительства 210
5. Расчет непрерывных потоков при неизменных уровнях потребления ресурсов в них 215

Приложение 6. Определение последовательности возведения промышленного здания 218

Приложение 7. Характеристика программы на ЭЦВМ для расчета увязки работ при различной последовательности возведения зданий 240

Приложение 8. Методика расчета комплексного потока по заданному сроку строительства при составлении ПОС с использованием типовых проектов 242

Приложение 9. Расчет циклограммы возведения жилого дома 252

Приложение 10. Пример 1. Разработка календарного плана работ на годовую программу строительного треста 268

Анализ и корректировка проекта плана работ 269

Построение организационно-технологической модели годового плана работ 271

Пример 2. Разработка организационно-технологической модели возведения здания 277

Приложение 11. Общесоюзная номенклатура инвентарных зданий 283

Приложение 12. Расчет оптимального набора инвентарных зданий 300

ЦНИИОМТП ГОССТРОЯ СССР

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

* * *

Стройиздат
Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 9

* * *

Редактор издательства *Л. Т. Калачева*

Технический редактор *А. А. Михеева*

Корректоры *Л. П. Атавина, Г. Г. Морозовская*

Сдано в набор 23/VII 1971 г. Подписано к печати 22/X 1971 г. Т-16735. Формат 84×108¹/₃₂ д л. — 5 бум. л. 16,8 усл. печ. л. (уч.-изд 16,0 л.) Тираж 55 000 экз. Изд. № XII—3231 Зак. № 1023 Цена 95 коп.

Владимирская типография Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

gost.e-ecolog.ru