Министерство угольной промышленности СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
(КНИУИ)

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РАСЧЁТУ, ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ

gost.e-ecolog.ru

Караганда 1985

Министерство угольной промышленности СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
(КНИУИ)

УТВЕРЖДЕНЫ

Первым заместителем Министра
угольной промышленности СССР

тов. М.И.Щадовым
26.10.84г.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РАСЧЕТУ, ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ

Караганда - 1985

УДК 622.693.23.001.2

"Основные методические положения..." разработаны ВНИИУИ при участии ИГД им. А.А.Скочинского и КО ВостНИИ в соответствии с целевой комплексной отраслевой проблемой Ц 01151 "Повышение технического уровня основного и вспомогательного подземного транспорта и транспорта на поверхности на базе широкого использования применяемой, создания и внедрения новой технологии и средств механизации и автоматизации работ" (научные руководители инж.Ремизов И.П., канд.техн.наук Котов М.А.) по головной теме 18I0900000 "Разработать основные положения по проектированию и эксплуатации, создать и внедрить оборудование для подземных бункеров с автоматизированным управлением, обеспечивающих повышение надежности, пропускной способности и эффективности внутришахтного транспорта" (научный руководитель канд.техн.наук Р.В.Мерцалов).

Положения составлены на основе отечественного и зарубежного опыта создания и применения подземных бункеров. Они отражают современные прогрессивные тенденции в проектировании (конструировании) горных и механизированных бункеров и содержат рекомендации по выбору рациональных их типов, конструктивных, силовых и режимных параметров, а также требования по безопасной эксплуатации.

Основные положения предназначены для проектировщиков, конструкторов и работников шахт, занимающихся вопросами создания и применения подземных бункеров.

В разработке Положений принимали участие: Вепринцев С.Д., Гудалов В.П., Кондрашин Ю.А., Корнев Ю.Я., Котов М.А., Ланг Н.Н., Мерцалов Р.В., Мосин О.И., Ремизов И.П., Ребров Н.Н., Семсонов Г.М., Син М.П., Солод Г.И., Сленов Г.Н., Трухин П.М., Туртанов Ю.А., Худин Ю.Л., Шемякин В.А., Яценко Н.С., Белавин Н.А., Гранс В.А., Дедов В.Н., Клыкова О.А.

© Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт (ВНИИУИ), 1985

ВВЕДЕНИЕ

Развитие угольной промышленности по пути интенсификации и наращивания объемов добычи угля на базе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов ставит важные задачи по повышению надежности и эффективности работы внутришахтного транспорта, что в современных условиях необходимо рассматривать как непременный фактор успешной работы любой шахты [15, 3].

В условиях большой динамики горного производства: непостоянства сети горных выработок, неравномерности забойных грузопотоков, периодических отказов машин и оборудования-положительные результаты дает применение в технологических схемах подземного транспорта аккумулирующих бункеров, которые обеспечивают сглаживание неравномерностей грузопотоков, компенсацию влияния вынужденных простоев на работу очистных и подготовительных забоев, удобство взаимосвязи различных транспортных звеньев. Опыт показывает, что фактически во всех случаях применение бункеров на шахтах оправдывает себя и экономически.

В отечественной угольной промышленности вертикальные и крутонаклонные горные бункеры, сооружаемые в массиве породы или полезного ископаемого, применяются много лет. Накоплен немалый опыт их проектирования и эксплуатации, создано специальное оборудование для загрузки, разгрузки, борьбы с перезамельчением материала, обрушения сводов, средства автоматизации.

На угольных шахтах в СССР и за рубежом наряду с горными находят применение механизированные бункеры, грузовмещающая емкость которых набирается из отдельных металлических секций, имеющих желобообразную форму. Такие бункеры устанавливаются, как правило, в горизонтальных или пологонаклонных выработках и оборудуются специальными механизмами для загрузки, распределения груза в емкости и выгрузки. Применение механизированных бункеров на угольных шахтах дает положительные результаты.

Роль как горных, так и механизированных бункеров для угольной промышленности постоянно возрастает в связи с повышением нагрузок на очистные забои, а также расширением применения конвейерного транспорта. В "Основных направлениях технического развития угольной промышленности СССР на 1981-1985 гг. до 1990 гг" для повышения пропускной способности и надежности транспорта предусматривается расширить применение бункеров на стыках транспортных звеньев, освоить и внедрить механизированные бункеры вместимостью 100 и 200 м^3, предусматривать в проектах новых и реконструируемых шахт и горизонтов строительство горных аккумулирующих бункеров.

Вместе с тем, до последнего времени отсутствуют единые методические положения и рекомендации по проектированию подземных бункеров, что отрицательно сказывалось на качестве проектных решений.

Настоящие методические положения разработаны с учетом отечественного и зарубежного опыта создания и применения подземных бункеров. Они включают в себя шесть разделов.

В разделе I освещаются роль и технологические функции подземных бункеров, общие требования к их проектированию, дается описание и характеристика основных типов горных и механизированных бункеров, схемы и рациональные области их применения.

Раздел 2 посвящен определению технологических параметров шахтных бункеров - производительности загрузки и выгрузки, требуемой вместимости с учетом комплекса горно-технических факторов: величины и характера неравномерности забойных грузопотоков, типа

применяемых средств транспорта, параметров надежности оборудования и т.д. Рассматривается применение бункеров в участковых, магистральных выработках и в околоствольных дворах перед скиповыми подъемами.

В разделах 3 и 4 даются методы расчета и выбора геометрических, конструктивных, силовых и режимных параметров горных и механизированных бункеров. Методические положения для горных бункеров рассчитаны, главным образом, на проектировщиков; для механизированных бункеров – на конструкторов и проектировщиков, что обусловлено спецификой работ и состоянием развития техники.

Раздел 5 посвящен обоснованию выбора средств автоматизированного контроля и управления подземными бункерами с учетом современных направлений оптимального регулирования производительности выгрузки бункеров и применения электронно-вычислительной техники (микропроцессоров).

В разделе 6 изложены вопросы эффективной и безопасной эксплуатации подземных бункеров.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение подземных бункеров

I.I.I. Подземные бункеры подразделяют по функциональным признакам на технологические и аварийные.

К технологическим относят приемные, погрузочные, сглаживающие (усредняющие), смешивающие, разделяющие, дозирующие, обезвоживающие бункеры, особенностью которых является выполнение определенных функций при нормальном (неаварийном) режиме работы шахты.

К аварийным (аккумулирующим) относят бункеры, предназначенные для аккумулирования полезного ископаемого или породы из очистных и подготовительных забоев в периоды, когда транспортная система шахты или её отдельные звенья простаивают из-за технических неполадок или организационных неувязок.

Технологические и аварийные бункеры играют важную роль в организации процессов добычи и транспортировки полезных ископаемых, особенно в тех условиях, где достигается высокий уровень концентрации и интенсификации производства.

I.I.2. П р и е м н ы е б у н к е р ы сооружают в узловых точках транспортной системы: в околоствольном дворе, приемно-отправительных площадках основных и промежуточных горизонтов. Их основное назначение заключается в обеспечении необходимых условий для непрерывной разгрузки составов шахтных вагонеток, поступающих в околоствольный двор или на приемно-отправительные площадки основных и промежуточных горизонтов. Последующее транспортирование груза производится обычно конвейерами или скиповыми подъемными установками. С применением приемных бункеров достигается высокая производительность разгрузки груженых составов шахтных вагонеток. На тех шахтах, где груз к скиповым подъемам подается ленточными конвейерами, приемные бункеры обеспечивают непрерывную работу конвейерных установок при цикличном характере работы скиповых подъемов.

I.I.3. Основное назначение п о г р у з о ч н ы х б у н к е р о в состоит в создании условий для высокопроизводительной работы подземных погрузочных пунктов. Благодаря этому представляется возможность значительно сократить простои составов вагонеток под погрузкой и тем самым повысить производительность

откатки. С применением погрузочных бункеров достигается также высокий уровень автоматизации и значительно более надежная работа погрузочных пунктов. Такие бункеры рекомендуется сооружать на основных откаточных горизонтах, где имеет место высокая степень концентрации грузопотоков, а также на участковых погрузочных пунктах. Роль погрузочных бункеров возрастает в условиях поточной технологии локомотивной откатки, когда задержки составов на погрузочных пунктах особенно неблагоприятно влияют на напряженный ритм работы откатки и резко снижают её производительность.

Использование погрузочных бункеров в околоствольных дворах создает необходимые условия для ритмичной и высокопроизводительной работы скиповых подъемов при неравномерном характере поступления груза со стороны очистных и подготовительных забоев.

I.I.4. С г л а ж и в а ю щ и е (у с р е д н я ю щ и е) б у н к е р ы предназначаются для уменьшения неравномерности забойных грузопотоков. С их применением достигается более полная загрузка и рациональная эксплуатация подземных транспортных установок. Роль сглаживающих бункеров существенно возрастает при расширении объемов применения на угольных шахтах конвейерного транспорта. Наибольший эффект достигается в том случае, когда сглаживающие бункеры устанавливаются в непосредственной близости от очистных и подготовительных забоев. Непрерывное подвигание очистного фронта и подготовительных забоев обусловливает целесообразность применения участковых бункеров передвижной или легкоразборной конструкций.

I.I.5. С м е ш и в а ю щ и е б у н к е р ы предназначены для уменьшения разброса качественных характеристик ископаемого, добываемого из разных пластов. Это может быть обеспечено двумя способами: смешиванием различных марок угля в одном бункере или смешиванием различных марок угля на конвейере при дозированной их выгрузке из нескольких бункеров. Второй способ является более гибким, так как позволяет регулировать качественные характеристики общей массы за счет изменения смешиваемых объемов в любых пропорциях.

I.I.6. Р а з д е л я ю щ и е б у н к е р ы используются для предотвращения смешивания различных марок угля или угля с породой в процессе транспортирования. Такая необходимость возникает, например, на шахтах, где выдача угля из очистных забоев и породы (горной массы) из подготовительных забоев производится конвейерами. Разделяющие бункеры позволяют предварительно накапливать породу, а затем транспортировать её отдельно от угля в специально выделенные для этого промежутки времени рабочих или ремонтно-подготовительных смен. Следует отметить, что в связи с широким распространением конвейерного транспорта, в последние годы на угольных шахтах наблюдается заметный рост засорения угля породой из подготовительных забоев. Кроме того, в ряде случаев аналогичное явление имеет место и на очистных работах, когда производится присечка пород почвы или кровли выемочной машиной. Это бывает связано с отсутствием на шахтах требуемой техники на фактическую рабочую мощность угольных пластов либо необходимостью ликвидации ложной кровли и слабой почвы для нормальной работы очистного комплекса. Стремление в данном случае сохранить высокое качество угля обусловливает необходимость селективной выемки угля и породы.

I.I.7. Д о з и р у ю щ и е б у н к е р ы предназначены для объемного дозирования при загрузке транспортных сосудов- скипов, вагонеток. Наиболее широкое применение они находят у скиповых подъемов, что значительно ускоряет процесс загрузки скипов и повышает производительность подъемных установок. Кроме того, с при-

механизм дозирующих бункеров предотвращается образование просыпи материала в местах погрузки, достигается высокая степень автоматизации и надежная работа загрузочных устройств. Дозирование применяется также при загрузке сборных конвейерных линий, когда требуется ограничивать интенсивность единичных грузопотоков, поступающих на конвейеры в нескольких точках, рассредоточенных по длине транспортной линии.

I.I.8. Обезвоживающие бункеры используются для того, чтобы освободиться от излишней влаги при сильной обводненности транспортируемого груза. Это создает более благоприятные условия для работы транспортных установок.

I.I.9. Аварийные (аккумулирующие) бункеры предназначены для компенсации влияния транспортных простоев на работу очистных и подготовительных забоев, повышая надежность технологических схем транспорта без каких-либо других организационно-технических мероприятий.

I.I.IO. В большинстве случаев подземные бункеры выполняют не одну, а две и более функций. Например, часто совмещают функции сглаживающих (усредняющих) и аварийных (аккумулирующих), приемных и дозирующих бункеров. Совмещение функций необходимо учитывать при определении технологических параметров бункеров.

I.I.II. Технологические возможности бункеров на угольных шахтах не ограничиваются рассмотренными функциями. С применением бункеров, оснащенных питателями с автоматически регулируемой производительностью, предоставляется широкая возможность для гибкого оперативного управления резервами пропускной способности транспортных систем. Это способствует значительному повышению надежности и эффективности использования всего технологического оборудования шахты. При проектировании шахт нового технического уровня реализация этих возможностей должна быть обязательным требованием.

I.2. Общие требования к проектированию подземных бункеров

I.2.I. Бункеры должны обеспечивать выполнение поставленных технологических задач в течение всего предполагаемого их срока службы с учетом возможного изменения величин и характера грузопотоков, режимов работы, параметров надежности и пропускной способности транспортных звеньев.

I.2.2. Технологические параметры и режимы работы бункеров должны быть увязаны с параметрами и режимами работы сопрягаемых транспортных средств таким образом, чтобы обеспечивалось эффективное взаимодействие звеньев.

I.2.3. Выбор технологических параметров, конструкций и места установки бункеров должен обеспечивать достижение максимально возможного в данных условиях экономического эффекта. В связи с этим рекомендуется производить оптимизацию параметров бункеров на основе экономического критерия. В качестве критерия оптимизации можно принимать показатель удельных приведенных затрат в целом по транспортной системе с учетом наличия бункеров. Если применение бункера вызывает изменение затрат (потерь) в технологических звеньях шахты, непосредственно связанных с транспортной системой, например, в очистных и подготовительных забоях, это необходимо учитывать при экономических расчетах.

I.2.4. При выборе типа и рациональной конструкции бункера необходимо учитывать конкретные условия эксплуатации, в том числе такие факторы, как: наличие или возможность обеспечения необходимого перепада высот между предполагаемыми точками загрузки и выгрузки материала, срок службы бункера, интенсивность проявления

горного давления, физико-механические свойства вмещающих пород и транспортируемого груза, газовыделение, условия проветривания горных выработок, агрессивность шахтных вод, взрывоопасность и запыленность рудничной атмосферы; применяемые способы и средства для перевозки угля, породы, оборудования, людей и вспомогательных материалов; размещение оборудования в горных выработках. Во всех случаях необходимо стремиться к уменьшению дополнительного объема горных работ.

I.2.5. Конструкции бункеров должны обеспечивать требуемую производительность процессов загрузки и выгрузки, высокую надежность всех механизмов, минимальное измельчение угля при бункеровании, высокую степень автоматизации процессов.

I.2.6. Загрузочные устройства должны позволять эффективно использовать вместимость бункеров.

I.2.7. В тех случаях, когда аккумулируемый материал не подготовлен к бункерованию: не удалены посторонние предметы и предварительно не раздроблены крупные куски материала более 200 мм рекомендуется предусматривать на конвейерных линиях перед бункером или непосредственно в камере загрузки бункера оборудование для выборки крупных посторонних предметов и дробления негабаритных кусков материала (колосниковые грохоты, дробилки, бутобои).

I.2.8. Конструкции загрузочных устройств и механизмов должны исключать зависание и застревание груза в выпускных отверстиях (окнах, люках) и обеспечивать равномерную, а при необходимости регулируемую по производительности выгрузку материала, а также нормальную работу механизмов в процессе разгрузки бункеров после хранения груза в течение суток. В том случае, когда груз в бункере находится более длительное время и слеживается, необходимо предусматривать специальные меры по обеспечению разгрузки бункеров: механические активаторы, пневмообрушение, гидроразмыв и т.д.

I.2.9. В конструкциях горных бункеров рекомендуется предусматривать средства для гашения скорости движения сыпучего материала в процессе загрузки (спиральные или винтовые спуски, штыри из отрезков цепей или рельсов и т.д.).

I.2.I0. Конструкции бункеров должны обеспечивать наименьшую энергоемкость процессов загрузки и выгрузки материалов.

I.2.II. Стенки и днище бункеров, взаимодействующие с транспортируемым грузом, должны быть выполнены или иметь покрытия из низкофрикционных износостойких материалов, выбор которых необходимо производить в соответствии с требованиями нормативных документов и государственных стандартов, предъявляемыми к материалам с учетом их работы в подземных условиях.

I.2.I2. Средства автоматизации должны обеспечивать контроль за степенью заполнения бункеров, включение и выключение механизмов загрузки и выгрузки, а при необходимости регулирование производительности загрузки и выгрузки.

I.2.I3. Бункеры, а также их загрузочные и разгрузочные камеры должны быть оборудованы средствами пылеподавления. Если проветривание бункеров не обеспечивается за счет общешахтной депрессии, то необходимо предусматривать дополнительные средства проветривания.

I.2.I4. В схемах управления должно предусматриваться автоматическое включение и выключение средств пылеподавления при пусках и остановках механизмов загрузки и выгрузки бункеров, а также средств проветривания при достижении концентрации метана выше установленных норм.

I.2.I5. Схемы автоматизации бункеров должны быть увязаны со

схемами управления надбункерных и подбункерных транспортных средств.

I.2.I6. При проектировании бункеров необходимо предусматривать условия для визуального контроля за работой бункеров, их обслуживания и текущего ремонта, в том числе иметь необходимые зазоры для прохода людей, смотровые окна, подъемники, средства для монтажа и демонтажа оборудования.

I.2.I7. Строительство горных и монтаж механизированных бункеров должны производиться по проекту, согласованному и утвержденному в установленном порядке. Все закладываемые в проект технические решения должны соответствовать требованиям ПБ и ПТЭ для угольных и сланцевых шахт.

I.3. Основные типы подземных бункеров

I.3.I. Подземные бункеры подразделяются на два основных вида: горные и механизированные (механические).

I.3.2. Горными называются бункеры, у которых грузовмещающей емкостью является непосредственно горная выработка.

I.3.3. Механизированными называются бункеры, имеющие разборную емкость заводского изготовления, устанавливаемую в горных выработках с требуемыми ПБ зазорами, и оснащенные механизмами для распределения груза в емкости и выгрузки.

I.3.4. В некоторых конструкциях подземных бункеров могут сочетаться признаки как горных, так и механизированных бункеров.

I.3.5. Горные бункеры оборудуются в вертикальных, крутонаклонных и горизонтальных выработках.

Механизированные бункеры устанавливаются, как правило, в горизонтальных и пологонаклонных выработках. При необходимости механизированные бункеры можно перемонтировать (передвигать) с одного места работы на другое.

I.3.6. Горные бункеры отличаются большим разнообразием конструкций, что обусловлено различием функционального назначения, состоянием горного массива, в котором они сооружаются, способами борьбы с переизмельчением, сроками службы, физико-механическими свойствами аккумулируемого материала, местом расположения в системе подземного транспорта.

I.3.7. Основными составными частями горных бункеров являются собственно бункер (грузовмещающая часть), загрузочная и разгрузочная камеры.

В загрузочной камере размещается оборудование для загрузки бункеров: конвейеры, разгрузочные кривые, опрокидыватели вагонеток, разгонные желоба спиральных спусков, монтажные грузоподъемные приспособления, вентиляционные и аспирационные устройства, оборудование для выделения и дробления негабаритных кусков горной массы и т.д.

В разгрузочной камере размещаются затворы, питатели, рельсовый путь или приемные конвейеры.

I.3.8. Грузовмещающие части бункеров могут иметь форму цилиндра, призмы, конуса, пирамиды и т.д., а их поперечные сечения - прямоугольную, круглую и овальную форму.

I.3.9. Вместимость известных конструкций горных бункеров достигает 2500 м^3.

I.3.I0. В е р т и к а л ь н ы е г о р н ы е б у н к е р ы имеют одно или несколько выпускных отверстий. Общей характерной чертой вертикальных бункеров является гравитационное заполнение емкости материалом. В зависимости от условий эксплуатации они могут быть оборудованы средствами для обрушения сводов, борьбы с

переизмельчением, отделения и дробления негабаритов, выборки породы и посторонних предметов.

I.3.II. Бункеры с одним выпускным отверстием подразделяют на бункеры с центральным и смещенным расположением выпускного отверстия в днище, с выпускным отверстием в боковой стенке и с щелевым выпускным отверстием.

Соответственно с расположением выпускного отверстия днища бункеров прямоугольного сечения могут быть двух-трех- и четырехскатные (рис.I.I, а,б,в).

В бункерах круглого сечения при круглой форме выпускного отверстия донная часть емкости имеет форму конуса (рис.I.I,г) или эллиптического конуса (рис.I.I,д). При прямоугольной форме выпускного отверстия днище образуется призматическими (рис.I.I,е) или коническими плоскостями (рис.I.I,ж).

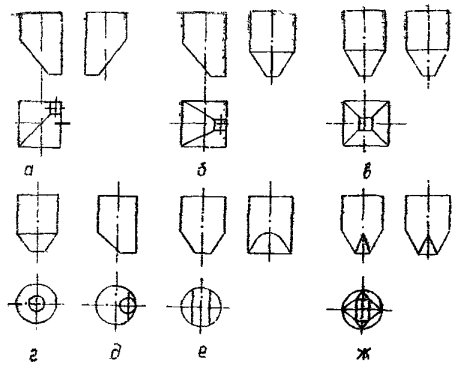


Рис. I.I. Вертикальные бункеры с одним выпускным отверстием

I.3.I2. Вертикальные бункеры с щелевым выпускным отверстием делятся на бункеры с горизонтальным полком (рис.I.2,а) и без горизонтального полка (рис.I.2,б). Разгрузка материала из бункера при отсутствии горизонтального полка производится гравитационным способом, а при наличии полка – специальными выгружателями (лопастными, скребковыми, плужковыми и т.д.).

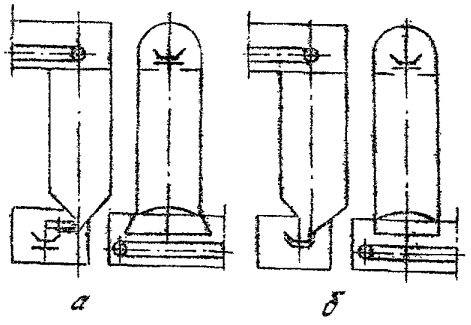


Рис. I.2. Вертикальные бункеры с щелевыми выпускными отверстиями

I.3.I3. Вертикальные бункеры с одним выпускным отверстием в боковой стенке имеют трехскатное (рис.I.3,а) или овальное (рис.I.3,б) днище.

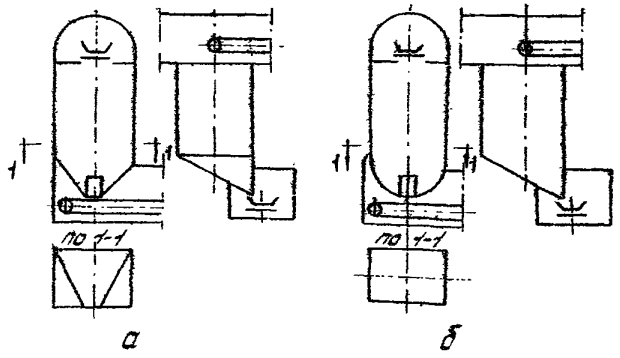


Рис.I.3. Вертикальные бункеры с выпускными отверстиями в боковой стенке

I.3.I4. В качестве средств для предотвращения переизмельчения угля в вертикальных бункерах применяются углеспускные трубы, спиральные или каскадные спуски.

Углеспускные трубы имеют цилиндрическую или коническую форму. Спиральные спуски по расположению в бункере подразделяются на центральные, периферийные и встроенные в стены бункера.

В бункерах с центрально расположенными спиральными спусками (рис.I.4,а) материал движется по поверхности скольжения со скоростью от 5 до 7 м/с. Диаметр спиральных спусков – в пределах I,5– 2 м. Спиральные спуски изготовляют из стали или сборного железобетона. Спиральные спуски из сборного железобетона более надежны в эксплуатации, так как подвержены меньшим вибрационным нагрузкам и позволяют использовать для футеровки плитки из каменного литья.

I.3.I5. Бункеры с периферийными спиральными спусками (рис.I.4,б) характеризуются более высокой скоростью движения материала по поверхности спуска, достигающей I0–II м/с. Периферийные спиральные спуски монтируются на консольных балках, вделанных в стенки бункеров. В процессе загрузки они подвергаются значительным ударам со стороны падающих кусков материала.

I.3.I6. У бункеров со встроенными спиральными спусками (рис.I.4,в) скорость движения материала по поверхности спуска достигает I2–I4 м/с. Спиральные спуски встроенного типа изготовляются, как правило, из сборного железобетона и футеруются плитками из каменного литья. Бункеры со спиральными спусками такого типа более надежны и долговечны в эксплуатации, так как спиральные спуски менее подвержены ударным нагрузкам со стороны падающих кусков материала.

I.3.I7. Спиральные спуски всех типов сооружаются с углом подъема от 35 до 50° и углом наклона образующей желоба от 20 до 35° и более.

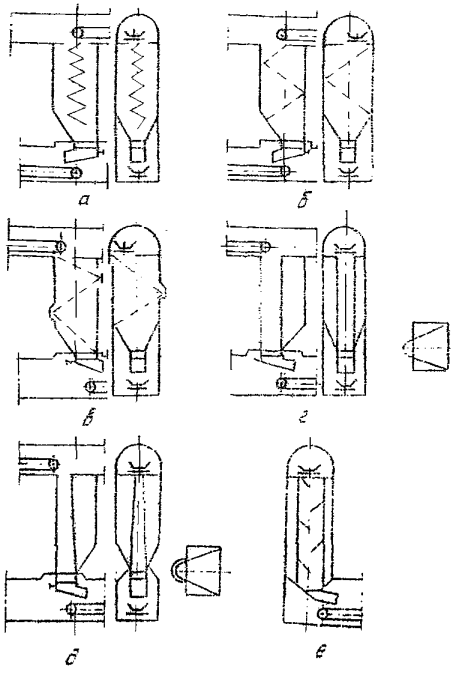


Рис.I.4. Вертикальные бункеры, оборудованные средствами борьбы с переизмельчением

I.3.I8. В бункерах с цилиндрическими и коническими углеспускными трубами (рис.I.4,г,д) материал подается, как правило, по спиральным спускам. Благодаря гидравлическому истечению, материал менее подвержен переизмельчению.

I.3.I9. В бункерах с каскадными (ступенчатыми) спусками (рис.I.4,е) сыпучий материал поступает в емкость по наклонным

полками, расположенными ступенчато навстречу друг другу. Расстояние между наклонными полками выбирается в пределах 0,7 - 1,0 м. Ступенчатые спуски располагаются в центральной части бункера, но могут быть расположены и у боковых стен. Они позволяют регулировать скорость движения материала путем изменения угла наклона полок.

I.3.20. В некоторых случаях над бункером ниже отметки почвы транспортной выработки сооружается специальная камера, в которой устанавливают для выделения и дробления крупных кусков материала колосниковый грохот и бутобой (рис.I.5,а) или колосниковый грохот и дробилку (рис.I.5,б).

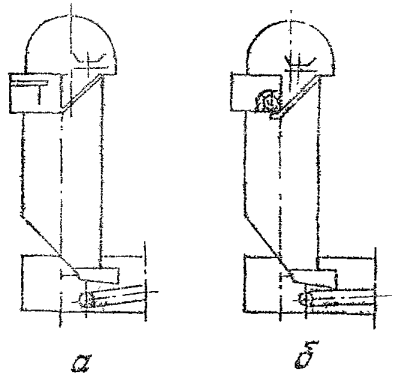


Рис.I.5. Вертикальные бункеры, оборудованные средствами дробления крупных кусков материала

I.3.21. Горные бункеры с наклонными стенками (рис.I.6) оборудуются для загрузки распределительными устройствами, например, качучим конвейером при доставке горной массы к бункеру конвейерным транспортом или разгрузочными кривыми при доставке груза в вагонетках с открывающимися днищами. Сооружаются бункеры, как правило, из монолитного бетона с применением в отдельных случаях анкерной крепи. Стенки бункера имеют углы наклона 45 - 50^0. Вместимость бункеров такого типа достигает 1000 $м^3$.

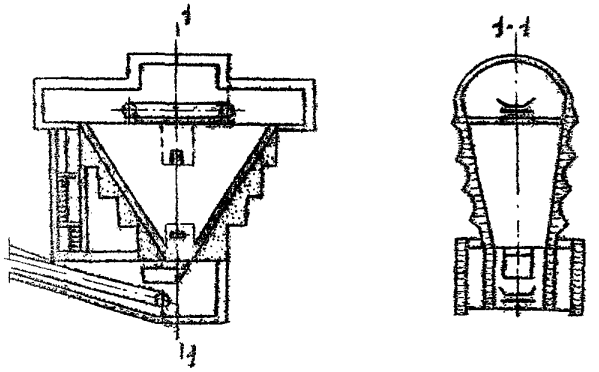


Рис. I.6. Вертикальный конический бункер

I.3.22. В вертикальных бункерах всех типов, как правило, имеются лестничные отделения для сообщения между камерами загрузки и разгрузки и контроля за работой бункеров. В перекрытиях вертикальных бункеров имеются лазы, а в стенках - смотровые окна.

I.3.23. Бункеры с двумя и более выпускными отверстиями различаются по форме и месту расположения отверстий в разгрузочной части. Увеличение числа отверстий усложняет конструкцию днища бункеров, но улучшает условия выпуска.

I.3.24. Днища в прямоугольных вертикальных бункерах с двумя выпускными отверстиями, в зависимости от положения отверстий, образуются тремя, четырьмя, пятью и шестью скатами (рис.I.7), а при четырех отверстиях - соответственно восемью, десятью, двенадцатью, четырнадцатью и шестнадцатью скатами (рис.I.8).

В круглых бункерах днища образуются из комбинаций плоскостей и конических поверхностей.

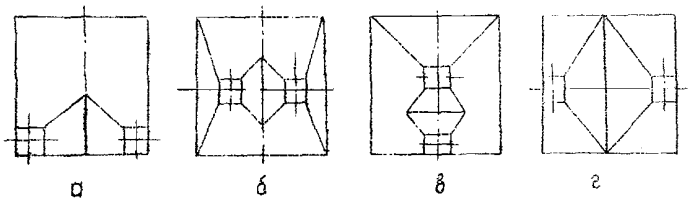


Рис. I.7. Формы днищ прямоугольных бункеров с двумя выпускными отверстиями (вид сверху): а-трехскатная; б-четырехскатная; в-пятискатная; г-шестискатная

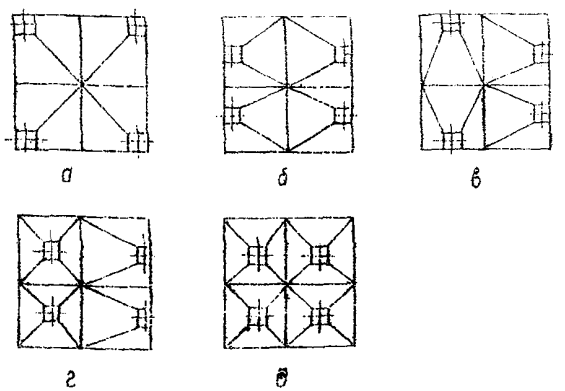


Рис. I.8. Формы днищ прямоугольных бункеров с четырьмя выпускными отверстиями (вид сверху): а-восьмискатная; б-десятискатная; в-двенадцатискатная; г-четырнадцатискатная; д-шестнадцатискатная

I.3.25. Вертикальные бункеры с двумя и более выпускными отверстиями оборудуются теми же средствами борьбы с перезамельчением угля и сводообразованием, для выделения и дробления негабаритов, что и вертикальные бункеры с одним выпускным отверстием.

I.3.26. Наклонные горные бункеры подразделяются на одно и многоступенчатые (рис.I.9).

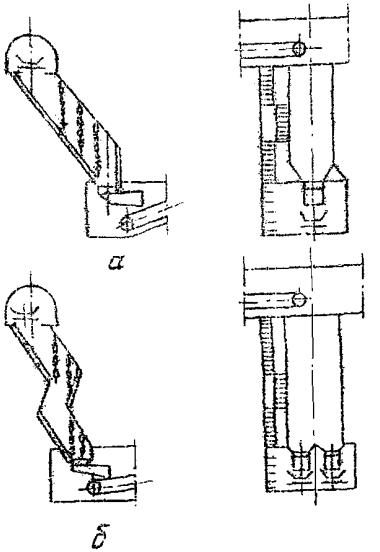


Рис.I.9. Наклонные бункеры: а-одноступенчатый; б-многоступенчатый (двухступенчатый)

По форме грузовмещающей части наклонные бункеры выполняются прямоугольными, полукруглыми с одной стороны и круглыми (овальными). Углы наклона стенок бункеров составляют 55-60°. Площадь поперечного сечения от 4 до 14м^2, вместимость - до 800 м^3. Стены бункеров сооружаются из монолитного бетона, железобетона, металла в бетоне или из металлокрепи. Напочвенная стенка бункера футеруется листовым железом, швеллерными, двутавровыми балками или рудничными рельсами. Футеруются также стенки поворотных частей бункеров, воспринимающие ударные нагрузки со стороны движущегося материала. К верхней стенке наклонных бункеров подвешиваются отрезки цепей или рудничных рельсов, посредством которых осуществляется гашение скорости движения материала.

I.3.27. Выпускные отверстия наклонных горных бункеров, которых, как правило, одно или два, оборудуются затворами или питателями.

I.3.28. Горизонтальные горные бункеры подразделяются на люковые и штабельные. Общей отличительной чертой подземных горизонтальных горных бункеров является распределение сыпучего материала по грузовмещающей емкости с помощью специальных транспортных средств.

I.3.29. Штабельные бункеры представлены в основном двумя разновидностями: с торцевой (рисI.IO.а)и с продольной выгрузкой материала (рис. I.IO.б)

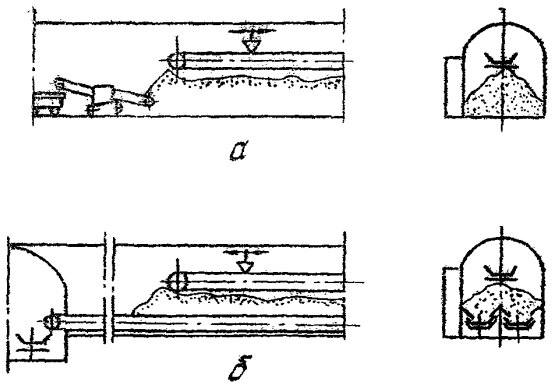


Рис.I.IO Горизонтальные штабельные бункеры

I.3.30. Штабельный бункер с торцевой выгрузкой включает часть горизонтальной горной выработки, в которой непосредственно на почву отсыпается горная масса. Подача горной массы в накопительную часть выработки производится сверху специальными распределительными механизмами (конвейером с плужковым сбрасывателем, скреперок, скребковой цепью и т.д.). Выгрузка материала осуществляется с помощью специальных передвижных выгружателей торцевого действия или погрузочными машинами.

Бункер с продольной выгрузкой материала заполняется теми же способами и средствами, что и бункер с торцевой выгрузкой, но его разгрузка производится напочвенными скребковыми конвейерами или скреперами.

I.3.3I. Люковые горизонтальные бункеры имеют грузовмещающую емкость пирамидальной и комбинированной формы с промежуточными скатами и без них.

I.3.32. В горизонтальных бункерах без промежуточных скатов выпускные окна (люки) устраивают в боковой (рис.I.II,а) или наклонной (рис.I.II,б) стенке, а в бункерах с промежуточными скатами - в донных частях конических ячеек (рис.I.II,в).

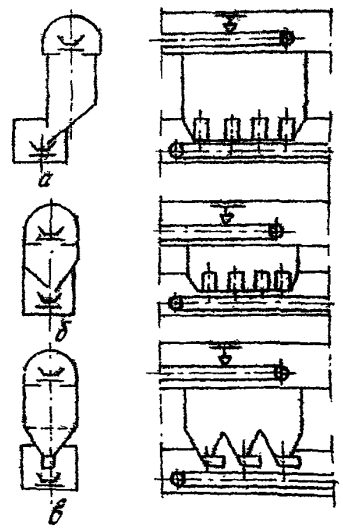


Рис. I.II. Горизонтальные люковые бункеры

I.3.33. Горизонтальные бункеры с щелевым выпускным отверстием делятся на бункеры с гравитационным (рис.I.I2,а,б) и механическим

(рис.I.I2,в,г,д) опорожнением. В качестве механических выгрузателей используются плужковые, скребковые, ножковые или лопастные сбрасыватели. Загрузка щелевых бункеров производится транспортными распределительными устройствами.

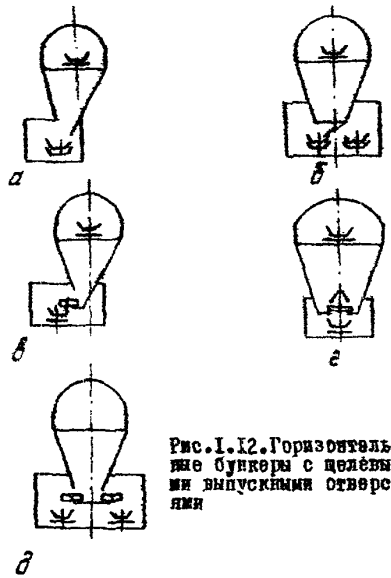


Рис.I.I2.Горизонтальные бункеры с щелевыми выпускными отверстиями

I.3.34. Механизированные бункеры по конструктивным признакам подразделяют на конвейерные (рис.I.I3,а), с движущимися бортами (рис.I.I3,б), люковые (рис.I.I3,в), щелевые (рис.I.I3,г) и с погрузочно-транспортным органом лобового действия (I.I3,д). Общей их отличительной особенностью является наличие собираемой из отдельных секций желобообразной грузовмещающей емкости, длина которой значительно превышает размеры поперечного сечения. Емкость может быть стационарной или передвижной.

I.3.35. У конвейерных бункеров в качестве днища грузовмещающей емкости (желоба) служит ленточный, пластинчатый или скребковый конвейер с замкнутым либо незамкнутым рабочим полотном.

Загрузка емкости у большинства конструкций конвейерных бункеров осуществляется реверсированием рабочего полотна. Бункеры с замкнутым полотном иногда оснащаются нереверсивным приводом, в связи с чем для их загрузки применяются дополнительные механизмы: ленточный конвейер с передвижным плужковым обрасывателем, катучий реверсивный конвейер, скребковая цепь и т.д.

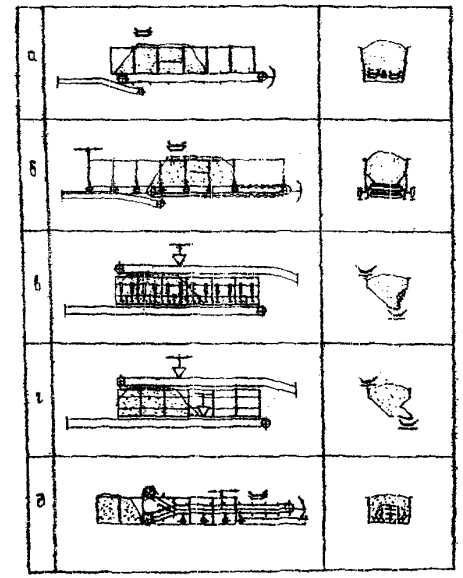


Рис.I.I3. Конструкции механизированных бункеров

Применение автоматизированного регулируемого привода в конвейерных бункерах позволяет эффективно использовать полезную их грузовместимость и управлять производительностью разгрузки в зависимости от пропускной способности транспортной системы.

В СССР и за рубежом известно довольно большое количество конструкций подземных конвейерных бункеров (табл.I.I) /2/. Наиболее широкое распространение получили скребковые бункеры вместимостью от I5 до 320 м^3. Типоразмерный ряд отечественных скребковых конвейерных бункеров, рекомендуемый для применения на угольных шахтах, представлен на рис.I.I4 и в табл. I.2 и I.3 /I7/.

Таблица I.I.

Технические характеристики конвейерных бункеров

Тип бункера	Страна	Вместимость, м³	Вместимость 1м длины секции, м³	Производительность выгрузки, м³/мин	Скорость перемещения рабочего органа, м/с	Тип привода	Мощность привода, кВт	Размеры линейной секции, мм			Длина, м	Количество данных конвейеров, шт.
								ширина	высота	длина		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					Скребковые							
БС-35Н	СССР	35	I,0	2,55	0,05		32	I300	I600	I900	45	I
БС-60	-"-	60	I,32	5	0,05;0,06	Электрический	59	I625	I840	2500	63,6	I
IБС (БС-I20)	-"-	I00	I,4	3,67; 6,5	0,60; 0,I06	-"-	2x40	I780	I580	I800	70,47	2
"Колишоу Уокер"	Англия											
36Н/I	-"-	I00	I,II	5	0-0,074	Гидравлический	52	I495	I320	I822	96	2
36Н/2	-"-	80	I,II	6,30	0-0,094	-"-	42	I495	I320	I822	63,6	I
48	-"-	50-I00	I,78	8,I	0-0,056	-"-	47,8	I905	I440	I822	33-60,3	2
64Н	-"-	I50	2,22	6,66	0-0,05I	-"-	69,0	2290	I550	I905	72,7	2
80 Н	-"-	I50-200	3,33	I0,I	0-0,05I	-"-	88	2800	I780	I905	50-72	2
"Хьювуд" Тип А	-"-	I00	I,9I	5	0,05I	Электрический	37	I829	I220	I828	59,4	2
Тип Б	-"-	85	I,4	3,83	-		37	I626	915	I828	68,6	2
"Ватсон-Вид Мак-Лини"	-"-	I00	3	I3,5	0-0,075	Гидравлический	-	I753	2057	I830	34	2
"Кролл"	-"-	I00	I,47	-	-	-"-	-	I905	I905	I830	64	2
"Сатклифф"	-"-	30	0,675	до 5	0,073	-"-	I8,5	I054	II06	3000	44;5	I
Ян-I00	Польша	II2	3,II	I5	0,I04	-"-	I25	2250	I430	-	36	2
Ян-200	-"-	26I	3,04	7,5(I5)	0,052(0,I04)	-"-	I25(250)	2250	I680	-	86	2
Ян-300	-"-	322	3,04	I0	0,052	-"-	I25	2250	I890	-	96	2
"Чомин"	-"-	85	I,2I	I0,8	0,I62	-"-	I25	I000	I285	-	70	I
					Ленточные							
"Сибгипрогормаш" КБ	СССР	90	0,9	6,9	0,I	Электрический	I5	I545	650	I000	I09	I

Продолжение таблицы I.1.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
"Хенмейд"	Англия	50-200	3,33	до13,3	0-0,05	Гидравлические	47	I894	I887	I854	I5-70	I
Ян-500	Польша	600	4,I3	0,33	0-0,134	-"-	-	2250	2620	-	I48	I
					Пластинчатые							
"Колликоу Уокер"	Англия	200-400 400-600	3,33	0,I0,3 0-II,3	0-0,05	-"-	90	I800 2372	2050 3075	I830 I828	68-I26 I26-I84	I
"Шинбридж"	-"-	250	3	0-5,5	0-0,029	-"-	-	2600	2900	2430	83	I
"Сатклифф"	-"-	75-200	I,74	4	0,003-0,066	-"-	-	2203	3642	2438	50-I33	
"Кейбл Белт"												
BCI	-"-	50-350	0,95	3,33	-	-"-	3,7-38	I736	I982	2740	-	I
BC2	-"-	50-350	I,43	5	-	-"-	-"-	2346	2I09	2740	-	I
BC3	-"-	50-350	I,9	6,66	-	-"-	-"-	3032	2I74	2740	-	I
BC4	-"-	50-350	2,44	8,33	-	-"-	-"-	2778	2829	2740	-	I
BC5	-"-	50-350	2,86	I0	-	-"-	-"-	3086	2931	2740	-	I
"Баттерли"	-"-	I00	4,06	-	-	-"-	-"-	I733	I524	3048	83	I
"Шоу Трю Энд Смит"	-"-	50-I50	1,65	до 6	0-0,035	-"-	55,I	I370	I370	I830	32-91	I
Ян-500	ПНР	600	4,I3	0-33	0-0,I34	-"-	270	2250	2620	-	I48	I

Таблица 1.2

Основные размеры бункеров типоразмерного ряда

Базовые типоразмеры	Ширина, мм		Секции, мм								Наибольшая длина бункера, L_{max}, мм
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	К	Л	
БС-90	900	I060	I600	II00	I600	I600	I400	I600	I400	-	65000
БС-I20	I200	II00	I800	I700	I400	I800	I700	I820	2I00	500	75000
БС-I60	I600	I320	I800	2250	I650	I800	2250	2050	2500	600	90000

Таблица I.3.

Основные технические данные бункеров типоразмерного ряда

Базовые типоразмеры	Вместимость 1м длины секции, $м^3$	Наибольшая вместимость бункера, $м^3$	Наибольшая производительность выгрузки, $м^3$/мин	Наибольшая скорость скребкового рабочего органа, м/с	Количество донных конвейеров, шт.	Наименьшее требуемое сечение горной выработки, $м^2$
БС-90	0,85	50	6,0	0,I20	I	6,0
БС-I20	I,4	I00	8,0	0,095	2	7,4
БС-I60	2,4	200	I0,5	0,075	2	I0,0

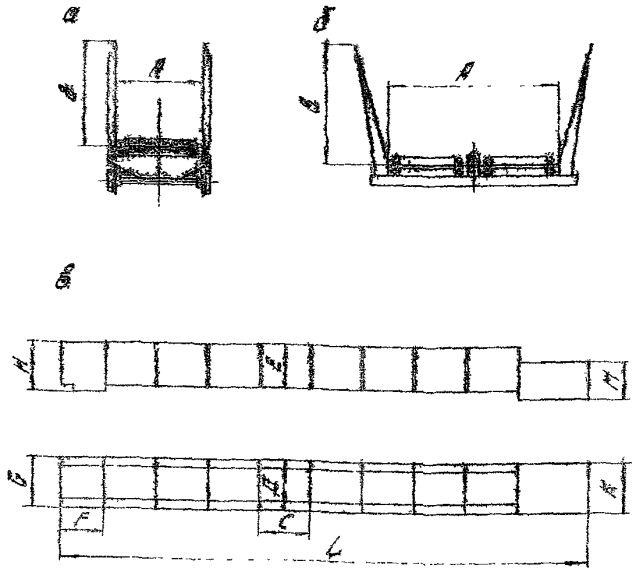


Рис.I.I4. Конструктивные схемы скребковых бункеров типоразмерного ряда:
а-БС-90, б-БС-I20,БС-I60; в - схема сборки

1.3.36. Бункеры с движущимися бортами имеют в днище ленточное или пластинчатое полотно, которое синхронно перемещается с бортами желоба. В отдельных конструкциях борта соединены поперечными перегородками (скребками), которые, перемещаясь вместе с бортами относительно неподвижного днища, увлекают за собой груз. По сравнению с конвейерными, в значительной степени уменьшаются вредные сопротивления при перемещении груза и удельная энергоемкость процесса аккумулирования. Это позволяет существенно увеличить вместимость данной разновидности механизированных бункеров. Если у большинства конструкций конвейерных бункеров с неподвижным грузовмещающим желобом вместимость не превышает 300 м^3, то у известных бункеров с движущимися бортами она достигает 700 м^3. Однако они требуют для установки вдвое большую длину горной выработки, ибо нам надо оборудовать путь для размещения порожних секций. С целью уменьшения требуемой длины горной выработки в некоторых конструкциях бункеров борта выполняются складывающимися или, огибая концевые барабаны, перемещаются в обратном направлении. Бункеры с движущимися бортами работают только по поперечной схеме загрузки. При этом привод бортов и донного конвейера, как правило, общий. Движение конвейерного полотна и бортов происходит с одинаковой скоростью.

Технические характеристики и схемы известных конструкций бункеров данной разновидности приведены в табл.I.4.

1.3.37. Люковые бункеры (табл.I.5) в большинстве случаев имеют V - образный грузовмещающий желоб, в нижней части которого по всей длине размещены открывающиеся люки, служащие для выгрузки материала на конвейер. Различают бункеры с донными и боковыми откидывающимися либо выдвижными люками, со сплошным и секционированным грузовмещающим желобом. Загрузка люковых бункеров производится сверху специальными распределительными механизмами: передвигающимся на катках конвейером или передвигающимся плужковым сбрасывателем с ленты стационарного ленточного конвейера, - а также перемещением емкости под неподвижной стрелой загрузочного конвейера. Выгрузка осуществляется гравитационным способом. При этом люки открываются и закрываются гидравлическими, пневматическими или механическими устройствами.

Близки по конструктивному исполнению к люковым щелевые механизированные бункеры. Их отличительной особенностью является отсутствие закрывающихся люков и исполь-

Таблица I.4.

Технические характеристики бункеров с движущимися бортами

Тип бункера	Страна	Вместимость, м³	Вместимость 1м длины секций, м³	Производительность выгрузки м³/мин	Скорость перемещения желоба, м/с	Тип привода	Мощность привода, кВт	Размеры линейной секции, мм			Длина, м
								ширина	высота	длина	
					Скребковые						
БМ-200А	СССР	200	3,2	7,5;I2,0	0,05-0,08	Электрические	90	2200	I300	5000	I60
БСП	-"-	40	I,49	До 9	0,I	-"-	22	I480	I040	2000	70
					Ленточные						
"Битерлин" Тип I	Англия	65-300	2,5	7	До 0,2	Гидравлические	45	I98I	I58I	3048	до 260
Тип II	-"-	I00-600	3,6I	7	До 0,2	-"-	45	259I	2438	3048	до 334
Тип III	-"-	200-700	8,2	7	До 0,2	-"-	45	3048	3200	3048	до 200
"Дикоп энд Мейн"	-"-	50-250	3,4	-	0-0,04	-"-	-	I983	2I34	2438	47-2I0
"Пермприборгорпеш"	СССР	25	I,67	До I3,7	0-0,07	Электрические	5	I900	I530	2460	30
					Пластинчатые						
БП-500	-"-	500	3,35	До I5	до 0,075	-"-	75	2900	2425	2500	3I0
"Шоу, Трю энд Смит"	Англия	50-250	3,2	До II	0-0,035	Гидравлические	66	2I48	I975	3048	I5-85

зование для выгрузки материала гребковых механизмов: плужков, вращающихся роторов и т.д. Есть конструкции бункеров, где выпускная щель запирается конвейерным полотном, которое может убираться, позволяя грузу высыпаться на приемный конвейер. У большинства конструкций бункеров выпускная щель вообще не закрывается, а просыпание груза устраняется горизонтальным лотком, расположенным ниже выпускной щели по всей длине грузовмещающего желоба.

I.3.38. Бункеры с погрузочно-транспортным органом лобового действия состоят из же-

Таблица I.5.

Технические характеристики люковых и щелевых бункеров

Тип бункера, фирма	Страна	Вместимость, $м^3$	Вместимость 1м длины секции, $м^3$	Производительность разгрузки, $м^3$/мин	Тип разгрузочного устройства	Мощность привода, кВт	Размеры секции, мм: ширина	высота	длина	Длина, м
БКД	СССР	30-60	I,07	3,33	Каниров. тележка	64	2134	2462	4670	43-71
АКСД	-"-	100,200, 300,400	2,5	4,015	Выдвижное днище	-	2000	2500	3000	40,80, 120,160
АКБ	-"-	40,70,120	I,85	I,5	Поворотное днище	-	I750	I480	2000	22,4-65
АКД	-"-	40,70,120	I,8I	I,5	Шиберы с роликами	-	I720	I480	2200	20,36-60
БМ-500	-"-	500	7,3	4,4-44	Люки с направляющими	60	3500	4000	-	180
"Кроли"	Англия	I00	I,II		Заслонки с гидродомкратом	-	3I22	3I85	2740	-
"Сатклифф"	-"-	До 300				-	2940	3350	I828	-
		До I000	I0,9	7,5	Затворы с гидродомкратом	-	7600	8300	I525	I02
"Хорсфилд"	-"-	50-I000		До 7,5	то же	-	2591	2872	3050	-

лобообразной емкости, погрузочно-транспортного механизма, который может перемещаться внутри желоба за постоянно обновляющимся откосом груза, осуществляя с необходимой производительностью разгрузку бункера. При этом заполнение емкости может выполняться этим же органом, либо дополнительным устройством. На рис.I.I3,д показана схема такого бункера, где в качестве погрузочно-транспортного механизма используется конвейер, консоль которого может опускаться и подниматься. В данном случае погрузочный орган снабжен шнеками, которые разрыхляют перед погрузкой слежавшийся в бункере материал. Конвейер реверсивный и вместе со шнеками может перемещаться внутри желоба бункера. Разгрузка производится на магистральный конвейер, установленный продольно бункеру. Достоинством такой конструкции является возможность иметь фактически любую необходимую вместимость при сравнительно небольшой мощности приводов погрузочно-транспортного органа.

I.3.39. Специальное исполнение имеют передвижные механизированные емкости, так называемые б у н к е р н ы е п о е з д а. Устанавливаются они на скаты и могут перемещаться по рельсовому пути с помощью локомотивной либо канатной (цепной) тяги. Грузовмещающие секции у таких бункеров могут поворачиваться относительно друг друга в горизонтальной плоскости на углы до 7^0, что обеспечивает возможность изгиба бункеров и позволяет работать в искри-

ленных горных выработках. Известно довольно большое количество конструкций бункерных поездов с донным конвейером, открывающимися люками, скреперными погрузочно-разгрузочными устройствами. Они применяются, главным образом, при проведении горизонтальных горных выработок и обеспечивают, наряду с аккумулированием, доставку горной массы из подготовительных забоев до средств магистрального транспорта.

I.4. Схемы и области применения горных и механизированных бункеров

I.4.I. Наряду с конструктивными особенностями, существенное влияние на эффективность применения подземных бункеров оказывают выбор мест их установки и компановки в системе шахтного транспорта.

I.4.2. Выбор рациональных схем применения бункеров в подземных условиях определяется следующими основными факторами: назначением, требуемой вместимостью и конструкцией бункеров; схемой пространственного расположения горных выработок в предполагаемых местах сооружения бункеров, типами применяемых транспортных средств в горных выработках.

При определении мест применения бункеров следует учитывать также схему проветривания горных выработок, характер проявления горного давления, требуемые сроки службы бункеров, экономические факторы.

I.4.3. Целесообразно различать по месту расположения в шахте участковые, магистральные и околоствольные бункеры.

Участковые бункеры оборудуют в пределах выемочного участка для обслуживания одного-двух очистных или подготовительных забоев.

Магистральные бункеры устраивают в системе магистрального транспорта, наиболее часто в местах пересечения горизонтальных и наклонных горных выработок.

Околоствольные бункеры сооружают перед скиповыми вертикальными или наклонными конвейерными подъемами.

I.4.4. Бункеры, устанавливаемые в околоствольном дворе в непосредственной близости от скипового ствола, служат одновременно для выполнения нескольких технологических функций: взаимоувязки электровозной откатки или конвейерного транспорта со скиповым подъемом, компенсации влияния простоев подъема и технологического комплекса на поверхности на работу системы подземного транспорта; компенсации неравномерности грузопотока, поступающего к скиповому подъему, и обеспечения ритмичности его работы.

Магистральные бункеры обеспечивают взаимодействие рельсового и конвейерного транспорта, а также служат для сглаживания неравномерности грузопотока и компенсации отказов в системах магистрального шахтного транспорта.

Участковые бункеры предназначаются для сглаживания неравномерности забойных грузопотоков и компенсации влияния отказов магистрального транспорта на работу очистных забоев.

У подготовительных забоев бункеры могут использоваться также для разделения потоков угля и породы при проведении горных выработок смешанным забоем.

Совмещение технологических функций участковыми, магистральными и околоствольными бункерами должно учитываться при определении их технологических параметров и выборе мест установки.

I.4.5. Основные схемы применения горных и механизированных бункеров с необходимыми пояснениями приводятся в приложении I и в приложении 2, где обозначены символами:

А – конвейерные бункеры;

Б – механизированные бункеры с движущимися бортами;

В – люковые и щелевые бункеры;

Г – механизированные бункеры с погрузочно-транспортным органом лобового действия.

I.4.6. Горные и механизированные бункеры могут успешно применяться в качестве участковых, магистральных и околоствольных аккумулирующих емкостей при выполнении различных технологических функций.

Вместе с тем, в силу определенных достоинств и недостатков, горные бункеры предпочтительнее в одних случаях, а механизированные – в других.

I.4.7. Достоинствами горных бункеров являются: невысокая энергоемкость процесса бункерования сыпучих грузов, высокий коэффициент полезного использования объема горных выработок, относительно небольшая удельная стоимость по сравнению с механизированными бункерами, широкие возможности создания бункеров требуемой вместимости в разнообразных горно-технических условиях, простота обслуживания и большой срок службы.

Достоинствами механизированных бункеров являются: возможность обеспечения необходимой емкости при небольшом перепаде высот между точками загрузки и выгрузки с минимальным объемом дополнительных горных работ, возможность перемонтажа с одного места работы на другое вслед за подвиганием очистного фронта, возможность установки в существующих горизонтальных и пологонаклонных горных выработках и высокая надежность в виду отсутствия зависания и застревания груза при принудительной выгрузке специальными механизмами, незначительное измельчение угля в процессе бункерования, возможность быстрого ввода в эксплуатацию.

I.4.8. Горные бункеры рекомендуется применять во всех случаях, если это не ограничивается отсутствием необходимого перепада высот между точками загрузки и выгрузки материала, сроком службы, требованиями к сортности угля, свойствами боковых пород, физико-механическими свойствами транспортируемого материала, горным давлением, экономическими факторами.

Механизированные бункеры целесообразно использовать в качестве участковых сглаживающих и аварийных емкостей при конвейерном транспорте, у подготовительных забоев для разделения потоков угля и породы при подаче в систему магистрального подземного транспорта; в магистральных выработках и околоствольных дворах при аккумулировании углей, к сортности которых предъявляются повышенные требования, а также при аккумулировании переувлажненной легкослеживающейся горной массы и породы.

Выбор конкретных типов бункеров необходимо обосновывать технико-экономическими расчетами. При этом в расчет необходимо принимать стоимость создания (приобретения) и эксплуатации непосредственно бункера, а также стоимость проведения и поддержания дополнительных горных выработок, связанных с созданием бункера. В расчетах требуется учитывать фактические сроки службы бункеров и затраты на повторное создание горных и перемонтаж механизированных бункеров.

I.5. Структурообразование бункеров

I.5.I. Рассмотренными типами не исчерпывается все разнообразие возможных конструкций как горных, так и механизированных бункеров. Для поиска наилучших решений с учетом конкретных условий эксплуатации может потребоваться более широкий и глубокий анализ возможных конструкций бункеров. Эту работу можно выполнить целе-

направленно, опираясь на структурные формулы бункеров, характеризующие состав технических средств, используемых для механизации процесса аккумулирования груза, и связи между ними.

Рассмотрим порядок структурообразования бункеров.

I.5.2. Процесс аккумулирования сыпучего груза в бункере заключает в себе три основные функциональные операции: подача груза в бункер, распределение груза в емкости, выгрузка. Каждая из этих операций может выполняться в определенных случаях механизированным способом или под действием сил собственного веса груза.

Обозначим символами:

Π – механизм (орган), обеспечивающий подачу груза в бункер;

ρ – механизм (орган), обеспечивающий распределение груза в емкости;

β – механизм (орган), обеспечивающий выгрузку груза из бункера;

(–),(+) и(.) – соответственно технологическая, кинематическая и конструктивная связи между функциональными механизмами Π, ρ или β.

Технологическая связь выражает взаимное согласование по производительности и режимам работы конструктивно обособленных функциональных механизмов. Кинематическая связь указывает на конструктивную сочлененность функциональных механизмов (органов), при которой каждый из них сохраняет свойственное только ему назначение. Конструктивная связь выражает более глубокую интеграцию (совмещение) функциональных механизмов, когда уже не представляется возможным самостоятельно выделить тот или иной механизм для выполнения одной из операций, так как в данном случае один и тот же рабочий орган может выполнять сразу две-три функции [21].

I.5.3. Путем комбинаций элементов (функциональных механизмов) и связей между ними, с учетом вырождения отдельных элементов, когда выполнение определенных операций процесса аккумулирования обеспечивается за счет сил собственного веса груза, можно получить 24 структурные формулы бункеров (табл.I.6). Последние могут быть объединены в семь групп, составляющих четыре вида средств механизации бункеров.

Для первой группы формул характерным является механизация только одной из операций процесса аккумулирования груза определенным функциональным механизмом: Π, ρ или β (две другие операции выполняются под действием сил собственного веса груза).

Вторая группа включает структурные формулы бункеров, у которых механизация процесса аккумулирования груза обеспечивается комплектами функциональных механизмов. Причем, между последними имеется только технологическая связь. В формулах 4,5 и 6 отдельные операции выполняются под действием сил собственного веса груза.

Третья и четвертая группы формул охватывают семейство бункеров с кинематически связанными функциональными механизмами, которые по существу представляют собой комплекси технических средств для механизации процесса аккумулирования груза.

Пятая, шестая и седьмая группы структурных формул описывают вид бункеров, у которых две или три функциональные операции выполняются одним и тем же механизмом-агрегатом. При этом одна из операций может выполняться под действием сил собственного веса груза или функциональным механизмом, который имеет с агрегатом технологическую либо кинематическую связь.

Из табл.I.6 также видно, что каждая последующая группа формул соответствует средствам механизации, имеющим более высокую ступень технического развития.

Структурные формулы бункеров

Таблица I.6

Принцип построения структурных формул	Согласование элементов						Базовая формула	Сочленение элементов							Совмещение элементов									
	с вырождением двух элементов			с вырождением одного элемента				с вырождением			с согласованием			всех	с вырождением			с согласованием			с сочленением			всех
Структурные формулы	A	$Б$	$В$	$A+Б$	$Б+В$	$A+В$	$A+Б+В$	$A+Б$	$Б+В$	$A+В$	$A+Б+В$	$A+Б+В$	$A+Б+В$	$A+Б+В$	A	$Б$	$В$	$A+Б$	$Б+В$	$A+В$	$A+Б$	$Б+В$	$A+В$	$A+Б+В$
№ формул	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23	24
Группы формул	I			II				III			IУ				У			УI			УII			
Средства механизации бункеров	Индивидуальные для отдельных операций			Комплекты функциональных механизмов				Комплексы							Агрегаты									

I.5.4. Используя те же принципы структурообразования, можно получить формулы, описывающие структурное строение подземных механизированных бункеров.

В данном случае целесообразно выделить три основных конструктивных элемента бункеров: днище (A), борта ($Б$) и орган выгрузки ($В$) материала. Между элементами может быть кинематическая (+) или конструктивная связь (.). Комбинаторика дает в данном случае I4 структурных формул механизированных бункеров, которые по сходным признакам могут быть объединены в четыре группы (табл.I.7). Отсутствие в отдельных формулах тех или других конструктивных элементов означает, что они могут быть замещены элементами горных выработок (почвой или боковыми стенками выработок).

I.5.5. У большинства конструкций механизированных бункеров процесс загрузки-выгрузки обеспечивается путем продольного перемещения груза. При этом в продольном движении могут находиться и основные конструктивные элементы самих бункеров. С учетом этого можно дать наиболее общую классификацию данной разновидности бункеров (рис.I.I5), где I и 0 в нижней части символов основных элементов A, $Б$ и $В$ означают соответственно, что данный элемент в процессе работы совершает продольное перемещение или остается неподвижным.

Целенаправленный анализ приведенных структурных формул позволяет изыскивать и разрабатывать новые конструктивные схемы бункеров.

Таблица I.7

Структурные формулы механизированных бункеров

Принципы построения структурных формул	С вырождением и сочленением элементов						Базовая формула	С сочленением и совмещением элементов				С совмещением и вырождением элементов		
Структурные формулы	A	$Б$	$В$	$A+Б$	$Б+В$	$A+В$	$A+Б+В$	$A+Б+В$	$A+Б+В$	$A+Б+В$	$A+Б+В$	$A+Б$	$Б+В$	$A+В$
№ формул	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Группы формул	I			II				III				IУ		
Разновидности бункеров	С одним функциональным элементом			С обособленными функциональными элементами				С полностью совмещенными элементами				С частично совмещенными элементами		

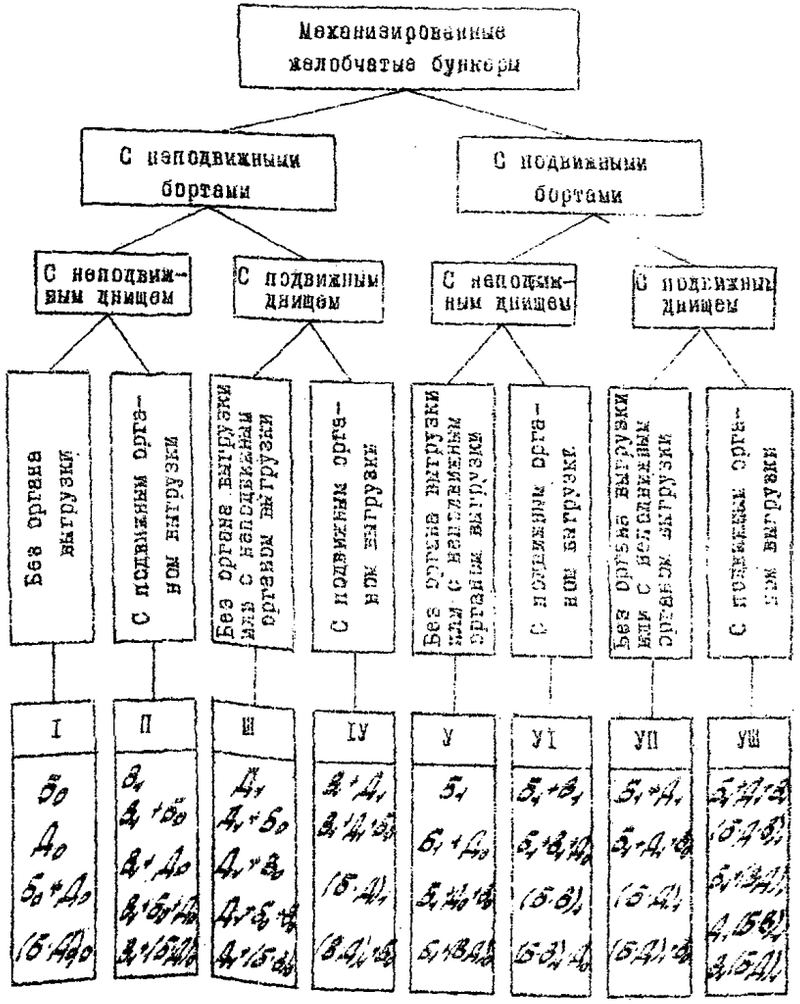


Рис.I.I5. Классификация желобчатых механизированных бункеров

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БУНКЕРОВ

2.I. Технологические параметры бункеров

2.I.I. К основным технологическим параметрам подземных бункеров относятся вместимость, производительность загрузки и разгрузки.

2.I.2. На выбор величин технологических параметров подземных бункеров влияют следующие основные факторы: выполняемые функции, типы и характеристики примыкающих к бункеру транспортных средств, величина и характер поступающего в бункер грузопотока, производительность и параметры надежности подбункерной транспортной линии.

Степень влияния перечисленных факторов зависит от конкретных условий эксплуатации и места установки бункера в технологической схеме транспорта.

2.2. Бункер в системе "участковый конвейер-бункер-локомотивная откатка"

В данном случае бункер используется для обеспечения беспрерывной работы забоев при временном отсутствии составов порожних вагонеток на погрузочном пункте, а также для ускорения процесса загрузки вагонеток, что увеличивает производительность локомотивной откатки.

2.2.I. Требуемая вместимость бункера определяется по формуле

$$E = \frac{\bar{U}_{ср}\, \tau_{л.ср}\, K_{у}}{\gamma} \qquad (2.I)$$

где E – вместимость бункера, м^3; $\bar{U}_{ср}$ – среднее значение поступающего в бункер грузопотока за оперативное время, т/мин;

γ – насыпная плотность угля, т/м^3; $t_{п.ср}$ – среднее время одного простоя погрузочного пункта из-за отсутствия порожних составов, мин. Определяется путем хронометражных наблюдений или из анализа графика движения поездов с учетом фактора случайности. По данным хронометражных наблюдений на действующих шахтах с электровозной откаткой по магистральным горизонтальным выработкам $t_{п.ср}$ = 15 ÷ 20 мин ; $K_у$ – коэффициент, учитывающий требуемый уровень снижения простоев. Находится по табл. 2.I.

Таблица 2.I

Значение коэффициента $K_у$

При уровне снижения простоев, %			
70	80	90	95
I,2	I,6	2,3	3,0

Рекомендуется принимать уровень снижения транспортных простоев для комплексно-механизированных лав 95 %, соответственно $K_у$ = 3,0.

2.2.2. Среднее значение поступающего в бункер грузопотока за оперативное время определяется по формуле

$$\bar{U}_{ср} = \frac{\sum_{i}^{n} A_{см\,i}}{T_{см}}, \qquad (2.2)$$

где $\sum_{i}^{n} A_{см\,i}$ – суммарная сменная добыча, поступающая от n забоев в бункер, т; $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, мин. В том случае, когда в течение рабочей смены планируются регламентированные технологические перерывы ($t_{рег}$) в подаче груза в бункер, то в формуле (2.2) вместо $T_{см}$ подставляется $T_{см} - t_{рег}$

2.2.3. Если у погрузочного пункта имеется неснижаемый запас порожних вагонеток, то требуемая вместимость бункера определяется как разность между величиной, определяемой по формуле (2.I), и суммарной вместимостью порожних вагонеток.

2.2.4. Производительность разгрузки бункера должна быть равна или больше средней величины поступающего в бункер грузопотока за машинное время $\bar{U}_{ср}$.

Техническая производительность комплекса оборудования погрузки вагонеток должна быть не ниже принятой производительности подбункерного питателя.

2.2.5. Требуемая производительность механизмов загрузки бункера зависит от максимальной интенсивности поступающего грузопотока. Она определяется для всех механизированных бункеров, а также для горных бункеров, загрузка которых осуществляется распределительным конвейером, скребковой цепью, плужковыми сбрасывателями и т.п. (Приложение 5)

2.3. Бункер в системе "конвейер-бункер-конвейер "

2.3.I. В данной системе бункер может иметь два назначения:

для уменьшения неравномерности забойных грузопотоков – сглаживающий (усредняющий) бункер;

для принятия и временного хранения груза в периоды отказов или остановок подбункерных конвейеров – аварийный (аккумулирующий) бункер.

2.3.2. Глубина сглаживания (усреднения) может изменяться от максимального минутного $\bar{U}_{max}$ до среднего минутного за оперативное время $\bar{U}_{ср}$ поступающего в бункер грузопотока.

При проектировании конвейерных систем глубину сглаживания следует ограничивать величиной среднеминутного грузопотока за время его поступления $\bar{U}_{ср}$.

Глубину (уровень) сглаживания $\delta_г$ удобно выражать в отно-

сительных единицах и определять по формуле

$$\delta_c = \frac{\tilde{Q}_{max} - P}{\tilde{Q}_{max} - \tilde{Q}_{ср}} \cdot 100\% \qquad (2.3)$$

Диапазон изменения δ_c рекомендуется принимать в пределах от 0 до 100 %. При δ_c = 100 % осуществляется полное сглаживание (усреднение) неравномерного грузопотока до значения среднеминутного грузопотока ($P = \tilde{Q}_{ср}$) за время его поступления.

При необходимости глубина сглаживания может превышать 100 % ($\tilde{Q}_{ср} \geq P > \tilde{Q}_{ср}$). Однако такой режим работы бункера следует применять лишь в исключительных случаях (на действующих шахтах, где не представляется возможным замена установленных ранее подбункерных конвейеров на более производительные конвейеры).

Оптимальная глубина сглаживания (усреднения) неравномерности грузопотока в каждом конкретном случае может быть установлена на основании технико-экономического расчета с учетом стоимости бункера различной вместимости и величины эффекта, получаемого от сглаживания неравномерности грузопотока.

2.3.3. В том случае, когда максимальное значение минутного грузопотока, поступающего в бункер ($\tilde{Q}_{max}$), больше приемной способности подбункерного конвейера ($Q_п$), необходимая минимальная глубина сглаживания

$$\delta_c = \frac{\tilde{Q}_{max} - Q_п}{\tilde{Q}_{max} - \tilde{Q}_{ср}} \cdot 100\% \qquad (2.4)$$

Производительность разгрузки сглаживающего (усредняющего) бункера P следует принимать в зависимости от принятой глубины сглаживания.

Если $\delta_c \leq 50$ %, то можно принимать $P = Q_п$

Если $\delta_c > 50$ %, производительность разгрузки бункера P не должна превышать техническую производительность подбункерного конвейера (выбранного ранее по эксплуатационной нагрузке), т.е. $P \leq Q_т$.

2.3.4. Необходимое значение вместимости сглаживающих (усредняющих) бункеров зависит от характеристики поступающего в бункер грузопотока и принятой глубины его сглаживания и определяется по формуле

$$E = \frac{K_в}{T} \cdot \sum \tilde{Q}_{ср} \qquad (2.5)$$

где $\tilde{Q}_{ср}$ - средний минутный грузопоток из одного очистного забоя, т/мин; $K_в$ - расчетный коэффициент (табл.2.2), принимаемый в зависимости от принятой глубины сглаживания δ_c и минутного коэффициента неравномерности $K_н$, поступающего в бункер грузопотока [7].

$$K_н = \frac{\tilde{Q}_{max}}{\tilde{Q}_{ср}} \quad или \quad K_н = \frac{\tilde{Q}_{max\,\Sigma}}{\sum \tilde{Q}_{ср\,\Sigma}} \qquad (2.6)$$

Значение максимального минутного сборного грузопотока $\sum \tilde{Q}_{ср\,\Sigma}$, поступающего из двух и более очистных забоев, устанавливается по методическим указаниям, приведенным в приложении 3.

Таблица 2.2.

Значения расчетного коэффициента $K_в$

Минутный коэффициент неравномерности поступающего в бункер грузопотока, $K_н$	Относительная глубина сглаживания (усреднения) грузопотока, δ_c, %					
	25	50	75	100	125	150
1,2	1	1	2	3	5	10
1,6	1	2	3	7	20	35
2,0	1	2	5	10	30	80
2,4	1	2	6	12	40	-
2,8	1	3	7	15	60	-

2.3.5. Вместимость аварийного (аккумулирующего) бункера определяется по табл. 2.3., в зависимости от требуемого уровня снижения простоев по вине транспорта (K_t). Время простоев $T_{пр}$ забоя по причине отказов транспортной линии в среднем за время рабочей смены $T_{см}$ определяется по формуле $T_{пр} = T_{см}(1 - \prod_{i=1}^{n} K_{ri})$, где K_{ri} - коэффициент готовности i -го конвейера в линии. Для ленточных конвейеров K_{ri} лежит в пределах 0,985-0,995, для скребковых -0,975 ÷ 0,985. При приближенных расчетах можно пользоваться значениями для ленточных конвейеров K_{ri} - 0,99, для скребковых K_{ri} = 0,98.

При установке бункера время простоев снижается до величины

$$T'_{пр} = T_{см}(1 - \prod_{i=1}^{n} K_{ri})/(1 - K_t)$$

Вместимость аварийного бункера рекомендуется выбирать как правило из условия обеспечения наибольшего (по табл.2.3) уровня снижения простоев, т.е. при K_t = 0,95 %.

Пользуясь данными табл.2.3 можно определить уровень снижения простоев забоя, если вместимость бункера ограничена горно-техническими условиями (K_t < 95 %).

2.3.6. Производительность разгрузки аварийного (аккумулирующего) бункера следует принимать равной или меньшей технической производительности подбункерного конвейера, но с коэффициентом резерва не менее I,3 по отношению к среднему значению грузопотока, поступающего в бункер за оперативное время

$$1{,}3\,\bar{Q}_{ср} < P_K Q_T \qquad (2.7)$$

2.3.7. Производительность загрузки бункера определяется аналогично п. 2.2.5.

2.4. Бункер в системе "локомотивный транспорт-бункер-конвейер"

В этом случае бункер должен обеспечивать высокую производительность разгрузки вагонеток из обменного пункта и равномерную загрузку подбункерного конвейера.

2.4.I. Производительность разгрузки бункера на обменном пункте определяется из выражения

$$P = K \frac{G}{t_{в.ср}} \qquad (2.8)$$

где G - средняя грузоподъемность одного состава вагонеток, т;

K - коэффициент резерва производительности разгрузки бункера, принимается в пределах I,3 - I,5; $t_{в.ср}$ - среднее время между прибытием на обменный пункт груженых составов, мин. Определяется по данным хронометражных наблюдений или из анализа графика работы составов. При приближенных расчетах рекомендуется пользоваться формулой

$$t_{в.ср} = \frac{T_{см} \cdot G}{\sum_{i=1}^{n} A_{см_i}}, \qquad (2.9)$$

2.4.2. Для высокопроизводительных обменных пунктов с донной разгрузкой вагонеток вместимость бункера должна быть не менее I,0 - I,5 средней грузоподъемности состава вагонеток, поступающих на обменный пункт [20].

Для обменных пунктов с разгрузкой вагонеток с помощью опрокидывателя вместимость бункера определяется с учетом производительности подбункерного конвейера, но не менее суммарной вместимости 2-3 вагонеток.

Таблица 2.3

Нормативная вместимость аварийных бункеров, м³

Величина среднесменного грузопотока, поступающего в бункер, т	При уровне снижения простоев, %									
	40	50	60	65	70	75	80	85	90	95
150-300	6-12	10-20	13-25	14-28	15-30	18-35	20-40	24-48	30-60	35-70
300-400	12-20	20-30	25-38	28-41	30-45	35-55	40-60	50-70	60-80	70-100
450-600	20-25	30-40	40-50	45-55	50-65	55-70	50-80	70-95	90-120	110-150
600-750	25-35	35-50	50-65	55-70	60-75	70-90	80-100	95-120	100-140	130-180
750-900	30-45	45-60	65-75	70-80	75-90	85-105	100-140	110-140	130-190	170-220
900-1000	40-55	55-70	75-90	85-96	90-105	100-120	110-140	130-160	150-200	200-270
1000-1250	45-60	60-80	80-100	90-120	100-130	120-140	130-160	150-200	190-250	250-310
1250-1500	50-75	75-100	100-125	120-140	130-150	140-170	170-200	190-240	240-320	320-380
1500-1750	65-80	80-110	110-140	140-160	150-175	175-200	190-230	220-270	270-360	360-450
1750-2000	75-100	100-130	130-160	160-180	170-200	200-230	230-270	270-310	310-400	400-510
2000-2250	90-120	120-150	150-190	180-200	200-230	230-260	260-300	300-350	350-450	460-570
2250-2500	100-130	130-170	170-200	200-230	230-250	250-290	290-330	330-390	400-500	500-640
2500-2750	110-150	150-190	190-230	230-250	250-280	280-320	320-360	360-430	450-600	600-700
2750-3000	130-170	170-200	200-250	250-280	280-300	300-350	350-400	400-470	500-650	650-800
3000-4000	140-200	200-250	250-330	280-360	300-400	350-450	480-550	550-650	600-900	800-1000
4000-5000	180-250	250-330	330-400	380-450	400-500	480-580	540-650	650-800	700-900	900-1200

2.4.3. Длина грузовой ветви рельсового пути на обменном пункте должна обеспечивать:

при работе на горизонте до трех локомотивосоставов–размещение не менее одного груженого состава;

при работе на горизонте более трех локомотивосоставов – размещение не менее полутора груженых составов.

2.4.4. Если бункер в системе "локомотивная откатка-конвейер" служит также для компенсации простоев подбункерной конвейерной линии, то к вместимости, определенной согласно п. 2.4.2, следует добавить вместимость аварийного бункера, определяемую по табл.2.3.

2.4.5. Если бункер загружается одновременно конвейерным транспортом и из вагонеток, то его вместимость определяется как суммарная, рассчитанная по п. 2.3 и 2.4.

2.5. Бункер у подготовительного забоя

Бункер у подготовительного забоя позволяет предварительно накапливать породу, а затем транспортировать её отдельно от угля в специально выделенные для этого промежутки времени рабочих и ремонтно-подготовительных смен.

2.5.I. Вместимость породного бункера для обслуживания подготовительного забоя при проведении горной выработки с раздельной выдачей во времени угля и породы в общешахтную конвейерную систему определяется по формуле

$$E = S_{в} \, l_{подв} \, K_{пр} \, K_{ц}, \qquad (2.10)$$

где $S_{в}$ – сечение выработки, м^2; $l_{подв}$ – сменное подвигание забоя, м; $K_{пр}$ – коэффициент присечки; $K_{ц}$ – коэффициент цикличности выгрузки породы из бункера. При выдаче породы в конвейерную систему один раз в смену $K_{ц}$ = I. При выдаче породы два раза в смену $K_{ц}$ = 0,5.

2.5.2. При изменении коэффициента присечки в процессе проходки для расчета принимается его наибольшее значение.

2.6. Бункер в околоствольном дворе

В данном случае бункер обеспечивает ритмичность и определенную независимость работы скипового подъема от системы подземного транспорта (технологическая емкость) или же используется как аварийная емкость.

2.6.I. Наименьшая требуемая вместимость технологического бункера, обеспечивающего согласованную работу магистрального конвейерного транспорта и скипового подъема, определяется по формуле

$$E = \frac{\tilde{U}_{max}}{\gamma} t_{ц} K', \qquad (2.11)$$

где $\tilde{U}_{max}$ – максимальное значение минутного грузопотока, поступающего в бункер с магистрального конвейера (конвейеров), т/мин; $t_{ц}$ – продолжительность полного цикла работы одного скипа (загрузка, движение вверх, разгрузка, движение вниз), мин; K' – коэффициент, зависящий от типа скипового подъема. При односкиповом подъеме K' =I, при двухскиповом подъеме K' = 0,5.

2.6.2. При электровозной откатке технологическая емкость в околоствольном дворе у скипового подъема должна быть равна грузоподъемности двух составов вагонеток, поступающих в околоствольный двор [20].

2.6.3. При загрузке технологического бункера одновременно с конвейера и из вагонеток требуемая его вместимость определяется как сумма вместимостей, рассчитанная по п.п. 2.5.I, 2.5.2.

2.6.4. Вместимость аварийного бункера у скипового ствола определяется на основании табл.2.3.

2.6.5. При необходимости остановки работы скипового подъема, чтобы регулировать энергопотребление шахты в часы максимума нагрузки энергосистемы, вместимость бункера, устанавливаемого в околоствольном дворе, определяется из выражения

$$E = \frac{\bar{U}_{ср}\, t_m}{\gamma}, \qquad (2.12)$$

где t_m – время вынужденной остановки скипового подъема с целью ограничения шахтного энергопотребления, мин.

2.6.6. Необходимая вместимость околоствольного бункера, выполняющего роль технологической и аварийной емкости, находится как сумма вместимостей, рассчитанных по п.п. 2.5.1, 2.5.2 и 2.5.4.

2.7. Выбор уставок производительности разгрузки бункеров в конвейерных системах

2.7.1. В конвейерной системе шахты, как правило, имеется не один, а несколько бункеров. Последние могут быть расположены в различных местах транспортной системы. Тем не менее функционирование бункеров происходит взаимосвязанно и этот факт необходимо учитывать при расчете уставок производительности разгрузки бункеров [8; 26].

2.7.2. Уставки (конкретные значения) производительности разгрузки для каждого из бункеров должны рассчитываться на определенный период эксплуатации, а при изменении условий работы: величины грузопотоков, параметров надежности и пропускной способности транспортных линий, количества бункеров в системе и т.д. – уставки необходимо пересчитывать заново.

Учитывая, что в транспортной системе соотношение вместимостей бункеров и входящих в них грузопотоков может быть различным, при расчете уставки производительности разгрузки i-ого бункера принимается средняя величина его заполнения за время простоев подбункерной конвейерной линии, которая определяется как

$$\bar{E}_i = \frac{\bar{U}_{iср}\, t_{пр}}{\gamma}, \qquad (2.13)$$

где $\bar{U}_{iср}$ – среднее значение грузопотока, поступающего в бункер из очистных и подготовительных забоев за оперативное время, т/мин;

$t_{пр}$ – средняя длительность простоя подбункерной конвейерной линии, величина которой, согласно статистическим данным, находится в пределах 25 ... 40 мин.

2.7.3. Выбор значений уставок должен исключать перегрузку конвейеров по приемной способности и технической производительности и обеспечивать эффективное использование всех бункеров. Для любого i-го бункера данной транспортной системы величина уставки находится по формуле

$$P_i = \bar{U}_{ср\,i} + \frac{\bar{E}}{C^*}\gamma, \qquad (2.14)$$

где P_i – искомая производительность разгрузки (величина уставки) бункера, т/мин; C^* – постоянный параметр для всех бункеров данной транспортной системы, характеризующий расчетное время разгрузки бункеров. Определяется на основании правила, изложенного в п.п. 2.7.6 и 2.7.7.

2.7.4. Если известна сменная добыча из каждого очистного забоя и количество угля, поступающего в течение смены из подготовительных забоев, то для каждого бункера значение $\bar{U}_{ср\,i}$, можно определить по формуле

$$\bar{U}_{ср\,i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{см\,i} + \sum_{i=1}^{n} A_{п\,i}}{T_{см} - t_{рсе}}, \qquad (2.15)$$

где $\sum_{i=1}^{n} A_{см_i}$ - суммарный грузопоток, поступающий в бункер из очистных забоев в течение смены, т; $\sum_{i=1}^{n} A_{п_i}$ - суммарный грузопоток, поступающий в бункер из подготовительных забоев в течение смены, т; $T_{см}$ - календарное время рабочей смены, мин; $t_{рег}$ - время регламентированных перерывов в течение смены, мин. Обычно учитывается время, необходимое для ежесменного осмотра и ремонта механизмов.

2.7.5. Для каждого конвейера рассчитывается по два значения C, соответственно исходя из его технической производительности $Q_{т_j}$ и приемной способности $Q_{п_j}$:

$$C_j^{т} = \frac{L_{к_j} \sum_{i=1}^{k_{j-1}} \bar{E}_i + \sum_{i=k_{j-1}}^{k_j} \bar{E}_i \cdot L_{з_i j}}{L_j Q_{т_j} - L_{к_j} \sum_{i=1}^{k_{j-1}} \bar{U}_{ср_i} - \sum_{i=k_{j-1}}^{k_j} \bar{U}_{ср_i} L_{з_i j}} \gamma ; \qquad (2.16)$$

$$C_j^{п} = \frac{\sum_{i=1}^{k_{j-1}} \bar{E}_i + \sum_{i=k_{j-1}}^{k_j} \bar{E}_i}{Q_{п_j} - \sum_{i=1}^{k_{j-1}} \bar{U}_{ср_i} - \sum_{i=k_{j-1}}^{k_j} \bar{U}_{ср_i}} \gamma , \qquad (2.17)$$

где $L_{к_j}$ - длина j-го конвейера, м; $L_{з_i j}$ - расстояние от i-го бункера до разгрузочного конца j-го конвейера; k_j - число бункеров, разгружающихся непосредственно на j-й конвейер; k_{j-1} - число бункеров, установленных в транспортной линии до j-го конвейера (считая по ходу грузопотока); $\sum_{i=1}^{k_{j-1}} \bar{E}_i$ - сумма средних величин заполнения бункеров за время простоев подбункерной конвейерной линии, установленных до j-го конвейера, м^3; $\sum_{i=k_{j-1}}^{k_j} \bar{E}_i$ - сумма средних величин заполнения бункеров за время простоев подбункерной конвейерной линии, разгружающихся непосредственно на j-ый конвейер, м^3; $\sum_{i=1}^{k_{j-1}} \bar{U}_{ср_i}$ - суммарный грузопоток, поступающий в бункеры до j-го конвейера, т/мин; $\sum_{i=k_{j-1}}^{k_j} \bar{U}_{ср_i}$ - суммарный грузопоток, поступающий в бункеры, расположенные непосредственно на j-ом конвейере, т/мин [26].

Далее производится анализ полученных значений $C_j^{т}$ и $C_j^{п}$.

2.7.6. Если все расчетные значения $C_j > 0$, то все бункеры данной транспортной системы в рассматриваемый период эксплуатации будут иметь тенденцию к разгрузке. Это говорит о наличии резервов пропускной способности во всех элементах транспортной системы, о количественном соотношении которых можно судить по величинам C_j. Наименьший резерв будет иметь конвейер, у которого параметр C_j имеет максимальное значение. Обозначим его C^*. Дальнейший расчет уставок A_i ведется исходя из выбранного C^*.

2.7.7. Если все или часть расчетных значений $C_j < 0$, то все или часть конвейеров транспортной системы заразервированы недостаточно и сдерживают работу забоев. В данном случае будет проявляться тенденция к периодическому переполнению бункеров. Чтобы в этом случае найти лучший вариант распределения уставок производительности питателей, необходимо из числа полученных отрицательных значений C_j выбрать минимальное по модулю.

2.7.8. В разветвленных конвейерных системах может быть не одно, а несколько сдерживающих звеньев (конвейеров). Причем, они могут находиться в участковых, промежуточных и главных сборных линиях. Выбор значений параметра C^* в таких случаях производится в следующей последовательности.

Из рассчитанных для всех конвейеров системы значений C_j в соответствии с установленным в п.п. 2.7.6 и 2.7.7 правилом принимается первое значение C^*, которое должно быть максимальным из всех C_j, если они положительные, и минимальным по модулю, если имеется хотя бы одно отрицательное значение C_j.

Вначале выясняют, где конкретно находится сдерживающее звено.

Если оно в одной из участковых линий, то по первому C^* рассчитываются уставки питателей только тех бункеров, которые примыкают к данной линии до сдерживающего звена. Затем выбирается следующее значение C^* и расчет уставок производится для бункеров, примыкающих уже к другому сдерживающему звену, за исключением тех бункеров, уставки для которых были определены ранее. И так далее, пока не будут определены уставки производительности питателей для всех бункеров.

2.7.9. Если в транспортной системе наряду с бункерами есть безбункерные пункты погрузки, то при расчете уставок производительности питателей необходимо для таких пунктов погрузки принимать не среднее, а максимальное значение поступающего грузопотока. Иными словами, для безбункерных пунктов погрузки в формулу (2.14) следует подставлять $E_i = 0,\ \bar{U}_{cpi} = \bar{U}_{maxi}$. Весь остальной расчет ведется аналогично.

2.8. Выбор технологических параметров бункеров с помощью имитационной модели

2.8.1. В тех случаях, когда требуется определять технологические параметры шахтных бункеров в нетипичных ситуациях или с высокой точностью рекомендуется пользоваться имитационной цифровой моделью, которая благодаря высокому быстродействию ЭВМ, позволяет за короткое время "проиграть" различные ситуации и режимы работы и на основе полученной информации установить те или иные искомые параметры бункеров.

2.8.2. Модель обладает универсальностью, так как позволяет воспроизводить в цифровом виде работу любого реального бункера и устанавливать фактически все его необходимые технологические параметры и характеристики.

2.8.3. В зависимости от конкретной постановки задачи в качестве варьируемых параметров могут быть:

средние значения и характеристики неравномерности забойных грузопотоков, поступающих в бункер (единичных или сборных);

параметры надежности подбункерной транспортной линии и собственно бункера;

производительность и режим разгрузки бункера;

количество и величины контролируемых уровней заполнения и опорожнения емкости;

вместимость бункера.

2.8.4. Модель позволяет имитировать работу бункера, последовательно или параллельно включенного в транспортную цепь. Сопрягаемые с бункером средства транспорта – конвейеры, локомотивная откатка, скиповой подъем.

2.8.5. К основным задачам, которые можно решать с помощью имитационной модели, относятся:

определение требуемой вместимости бункера различного функционального назначения при известных величине и характере поступающего в бункер грузопотока, режиме разгрузки емкости. При этом могут учитываться различные варианты управления бункером;

определение необходимой производительности разгрузки при заданных величине вместимости бункера и параметрах входного грузопотока;

определение оптимальных значений вместимости бункера и производительности выгрузки при заданных условиях эксплуатации;

определение необходимого уровня заполнения, разрешающего включение бункера на разгрузку, а также уровня опорожнения емкости после переполнения, разрешающего запуск механизмов загрузки бункера;

оценка влияния бункера на функциональную надежность транспортного маршрута и другие задачи.

При этом, если в транспортной цепи имеется несколько последовательно установленных бункеров, то это учитывается для данного бункера при определении параметров входного грузопотока и потока отказов-восстановлений подбункерной части транспортной линии.

2.8.6. Программе "Имитационная модель функционирования бункера" имеет идентификатор FB4COM и выполнена на языке ФОРТРАН-IУ ЕС ЭВМ. Она имеет блочную структуру.

Программа позволяет имитировать работу четырех типов горных бункеров с различными режимами и способами загрузки и выгрузки.

Программа моделирует работу гипотетического аварийного бункера бесконечной вместимости, аварийного бункера конечной вместимости, гипотетического сглаживающего бункера бесконечной вместимости и сглаживающего бункера конечной вместимости.

Моделируется транспортировка угля из очистных забоев конвейерным и локомотивным транспортом. Транспортировка угля, выгружаемого из бункера, осуществляется конвейерным транспортом, скиповым подъемом или локомотивной откаткой.

В процессе моделирования работы бункеров всех четырех типов определяются следующие параметры:

I) число простоев питателя из-за опорожнения бункера;

2) суммарное время простоев из-за опорожнения бункеров;

3) число пиков загрузки бункеров;

4) максимальный пик загрузки бункеров.

При моделировании бункеров конечной вместимости фиксируются число и длительности простоев из-за переполнения бункера.

Кроме того, формируются файлы для хранения и последующего анализа величин и длительностей пиков загрузки бункеров, длительностей простоя питателя после опорожнения бункера, длительностей простоя забоев из-за переполнения бункеров.

Анализ этих файлов производится подпрограммой FBSTAT, позволяющей получить следующие характеристики исследуемых величин:

число наблюдений, разбиение наблюдений на интервалы, относительные и накопленные частоты, среднеарифметическое, среднеквадратичное отклонение, коэффициент асимметрии, дисперсия, коэффициент эксцесса, достоверность, среднеарифметическая.

Кроме того, при анализе пиков загрузки гипотетических бункеров бесконечной вместимости определяется вероятность ликвидации простоя подбункерной транспортной системы бункерами различной емкости.

Программа FB4COM "Имитационная модель функционирования бункера" разработана КНИУИ и передана в ОФАП.

3. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ БУНКЕРОВ

3.I. Рекомендации по выбору основных конструктивных параметров бункеров

3.I.I. Основными конструктивными параметрами горных бункеров являются: диаметр и высота для вертикальных бункеров круглого сечения, размеры сторон поперечного сечения, высота или длина для прямоугольных бункеров, углы наклона стенок днищ, размеры и количество выпускных отверстий.

3.I.2. Исходя из опыта эксплуатации и результатов исследований, рекомендуется при проектировании горных бункеров руководствоваться следующими соотношениями:

для вертикальных бункеров круглого сечения

$$2{,}0 \leq \frac{H_б}{Д} \leq 6\,; \qquad (3.1)$$

для вертикальных бункеров прямоугольного сечения при соотношении сторон от I:I до I:2

$$1{,}0 \leq \frac{H_б}{F} \leq 1{,}5\,; \qquad (3.2)$$

для наклонных бункеров

$$1{,}5 \leq \frac{L_н}{F} \leq 2{,}5\,, \qquad (3.3)$$

где $H_б$ - высота вертикального бункера, м; $Д$ - диаметр бункера, м; $L_н$ - длина наклонного бункера, м; F - площадь поперечного сечения бункера, м^2.

3.I.3. Из условий сокращения числа типоразмеров и с учетом соотношений, приведенных в п. 3.I.2, рекомендуется вертикальные бункеры круглого сечения проектировать диаметром 4;6 и 8,5 м; вертикальные бункеры прямоугольного сечения - с размерами сторон 2,5х2,5; 3,0х3,0; 3,5х3,5; 4,0х4,0 м; наклонные бункеры прямоугольного сечения- с размерами сторон I,6 х 2,0; 2,0х2,0; 2х2,5; 2,0х3,5; 2,0х4,5 и 2,5х4,0 м. Геометрические размеры и вместимость бункеров без учета амортизирующего или герметизирующего слоя соответственно их типоразмерам приведены в таблицах 3.I и.3.2.

3.I.4. В тех случаях, когда устройство наклонного горного бункера определяется существующим расположением транспортных выработок и фактическая его длина превышает указанную в табл.3.2, то при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается увеличение длины и вместимости бункера в I,5 - 2 раза по сравнению с табличными значениями.

При ограниченной вместимости одного бункера необходимая общая вместимость может быть обеспечена за счет группового применения бункеров.

Таблица 3.I

Параметры вертикальных бункеров круглого сечения

Диаметр бункера, м	Высота бункера, м	Вместимость бункера, м^3
4,0	8 - 26	I00 - 300
6,0	I0 - 36	300 - I000
8,5	I8 - 50	I000 - 2800

Таблица 3.2

Параметры вертикальных и наклонных бункеров прямоугольного сечения

Тип бункера	Размеры сторон сечения, м	Высота, наклонная длина бункера, м	Вместимость (полезная), м^3
Вертикальный	2,5 х 2,5	6 - I0	40 - 60
	3,0 х 3,0	9 - I4	80 - I20
	3,5 х 3,5	I2 - I8	I50 - 220
	4,0 х 4,0	I6 - 24	250 - 380
Наклонный	I,6 х 2,0	5 - 8	I5 - 25
	2,0 х 2,0	6 - I0	25 - 40
	2,0 х 2,5	7 - I2	45 - 70
	2,0 х 3,5	I0 - I7	70 - I20
	2,0 х 4,5	I3 - 22	I20 - 200
	2,5 х 4,5	I7 - 28	I90 - 300

3.I.5. Для сообщения между камерами загрузки и разгрузки бункеры должны иметь по всей длине ходок для прохода людей, оборудо-

ванный лестницами. При высоте вертикального бункера более 8 м допускается устройство отнесенной выработки для прохода людей.

Из ходка в наклонный бункер через каждые 2,5 – 3,0 м рекомендуется устраивать смотровые окна для производства работ по устранению зависаний аккумулируемого материала.

3.I.6. Форма и размеры загрузочных камер горных бункеров должны определяться исходя из габаритов транспортного оборудования (приводных и натяжных станций конвейеров, перегрузочных и загрузочных течек, опрокидывателей, разгрузочных кривых, локомотивов, вагонеток и т.д.) и вспомогательного оборудования (грузоподъемных, аспирационных и вентиляционных устройств, лебедок и т.д.), а также из величин проходов и зазоров, обусловленных требованиями правил технической эксплуатации и безопасности работ.

3.I.7. Форма и размеры разгрузочных камер должны устанавливаться на основе габаритных размеров средств разгрузки бункеров, приемных конвейеров, подвижного состава, с учетом необходимых проходов для людей и монтажных зазоров, обусловленных требованиями правил безопасности и технической эксплуатации.

3.I.8. Углы наклона днищ вертикальных и наклонных бункеров должны быть не менее следующих значений:

при аккумулировании рядовых углей и крупной породы – 55–60°;

при аккумулировании мелкой породы и переувлажненных углей – 65 – 70°.

3.I.9. Размеры выпускных отверстий горных бункеров должны определяться расчетным путем с учетом кусковатости и физико-механических свойств аккумулируемого материала.

3.I.10. Ширину прямоугольного выпускного отверстия при аккумулировании рядовых углей и породы можно определять по формуле

$$A \geq \frac{2(1+\sin\varphi)(L_0-a')K_0'\tau_0}{(L_0-a')\gamma g-2(1+\sin\varphi)K_0'\tau_0}+a', \qquad (3.4)$$

где L_0 – длина выпускного отверстия, м; φ – угол внутреннего трения сыпучего материала, град. Для рядовых углей и породы принимается равным соответственно 35–37° и 36–42°; a' – наибольший размер типичных кусков груза, м; K_0' – коэффициент запаса, принимаемый равным I,2 ÷ I,5; γ – насыпная плотность материала, т/м³; τ_0 – начальное сопротивление сдвигу сыпучего материала, величину которого при отсутствии фактических значений рекомендуется принимать при аккумулировании углей влажностью от 4 до 6 % и от 7 до I5 % соответственно равной 600 и 900 Па.

Значения A в соответствии с формулой (3.4) для τ_0 в пределах от 500 до I000 Па и L_0 =0,5 ÷ 2 м можно определять по графику (рис.3.I).

Полученная расчетная ширина выпускного отверстия должна быть проверена на проходимость кусков груза по формуле

$$A \geq (3 \div 4)a'. \qquad (3.5)$$

3.I.II. При применении качающихся и вибрационных питателей выпускные отверстия горных бункеров рекомендуется принимать равными: 800 x I000; I000 x I250 и I250 x I500 мм. Располагать их надо как можно ближе к одной из вертикальных стенок бункера. При этом расстояние между осью бункера и осью выпускного отверстия принимается равным от 500 до $\frac{Д - L_0}{2}$ мм (где $Д$ – диаметр бункера, мм и L_0 – длина выпускного отверстия, мм).

3.I.I2. Количество выпускных отверстий горного бункера рекомендуется определять по формуле

$$n_{отв} = \frac{K_p \cdot P}{Q_0}, \qquad (3.6)$$

где $n_{отв}$ – количество выпускных отверстий; P – требуемая производительность разгрузки бункера, м³/мин; Q_0 – пропускная способность одного выпускного отверстия, м³/мин; K_p – коэффициент резерва, K_p = I,I – I,2.

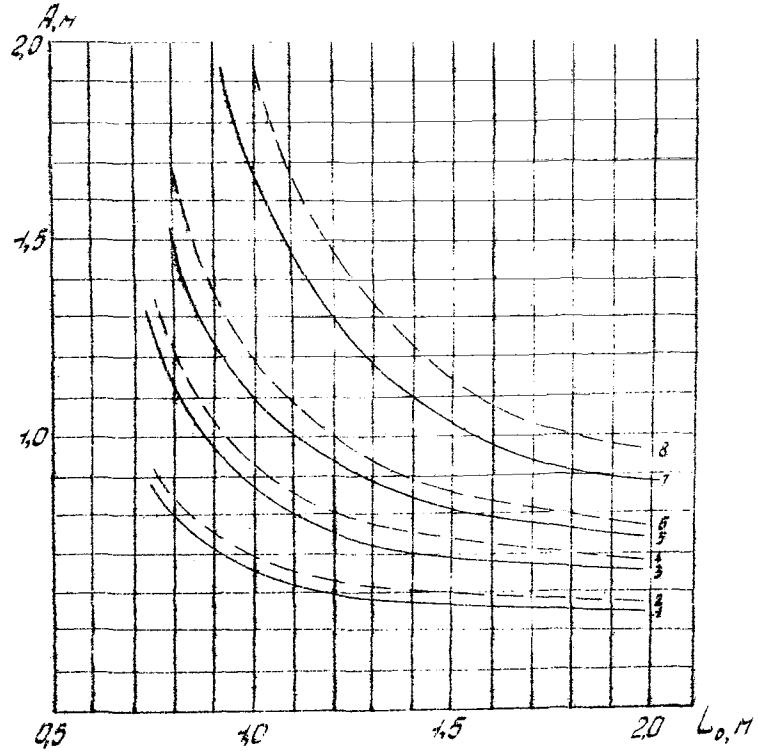


Рис. 3.I. Графики взаимосвязи между L_0 и A :

I - при τ_0 = 500 Па $\varphi = 35^0$; $K_0' = I,5$;
2 - τ_0 = 500 Па $\varphi = 40^0$; $K_0' = I,5$;
3 - τ_0 = 650 Па $\varphi = 35^0$; $K_0' = I,5$;
4 - τ_0 = 650 Па $\varphi = 40^0$; $K_0' = I,5$;
5 - τ_0 = 800 Па $\varphi = 35^0$; $K_0' = I,5$;
6 - τ_0 = 800 Па $\varphi = 40^0$; $K_0' = I,5$;
7 - τ_0 = I000 Па $\varphi = 35^0$; $K_0' = I,5$;
8 - τ_0 = I000 Па $\varphi = 40^0$; $K_0' = I,5$

Требуемая производительность разгрузки бункера устанавливается в процессе расчета транспортной системы, в которой устанавливается бункер.

Пропускная способность выпускного отверстия определяется в зависимости от соотношения между гидравлическим $R_г$ и критическим $R_{кр}$ радиусами истечения материала по следующим формулам:

при $R_г \geq R_{кр}$

$$Q_0 = 3600 F_0 \lambda \sqrt{2g(\gamma_3 R_г - \frac{\tau_0}{\gamma_3 f})}, \qquad (3.7)$$

при $R_г \leq R_{кр}$

$$Q_0 = 3600 F_0 \lambda \sqrt{2g(2\gamma_3 R_г - \frac{4\tau_0}{\gamma_3 f})}, \qquad (3.8)$$

где λ - коэффициент истечения, значение которого для рядовых углей принимается равным 0,2 ÷ 0,3 и 0,25 ÷ 0,40-для породы;

f - коэффициент внутреннего трения сыпучего материала ($f = tg\varphi$); F_0 - площадь отверстия истечения, м^2 определяемая по формуле:

$$F_0 = (A - a')(L_0 - a')K_з, \qquad (3.9)$$

где $K_з$ - коэффициент снижения площади отверстия истечения при установке питателей, $K_з$ = 0,75 ÷ 0,85.

Значения $R_{кр}$ и $R_г$ рассчитываются по формулам:

$$R_{кр} = \frac{\tau_0}{\gamma_3 m} + \frac{a'}{2} \qquad (3.10)$$

$$R_г = \frac{(A - a')(L_0 - a')}{2(A + L_0 - 2a')}, \qquad (3.11)$$

где m - коэффициент подвижности материала,

$$m = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} \qquad (3.12)$$

Пропускная способность выпускных отверстий, рекомендуемых к применению (п.3.1.11) в подземных бункерах, приведена в табл.3.3.

Таблица 3.3

Пропускная способность выпускных отверстий

Размеры стороны выпускного отверстия, мм	Эффективная площадь отверстия истечения, $м^2$	Радиусы истечения, м			Пропускная способность Q_0, $м^3/ч$
		$R_в$	$R_{пр}$ при $\varphi_{ср}$ = 700	$R_{пр}$ при $\varphi_{ср}$ = 1000	
800 х 1000	0,25	1,37	0,35	0,45	200
1000 х 1250	0,53	0,20	0,35	0,45	900
1250 х 1500	0,91	0,26	0,35	0,45	1900

3.1.13. Внутренние углы в местах сопряжения стен бункера с днищем и днища с кромками выпускного отверстия должны быть закруглены соответственно радиусом не менее 100 и 300 мм, [10] .

3.1.14. В бункерах с двумя выпускными отверстиями расстояние между их осями подсчитывается по формулам:

при выгрузке сыпучего материала на один конвейер (рис.3.2,а,б)

$$l_0 = C_п + B_{пт}, \qquad (3.13)$$

где $C_п$ – зазор между питателями, принимается согласно Правилам безопасности, не менее 0,4 м; $B_{пт}$ – габаритная ширина питателя, м;

при выгрузка сыпучего материала на два конвейера (рис.3.2,в)

$$l_0 = C_п + B_{пт}, \text{ при } B_{пт} > B_{кл} \qquad (3.14)$$

$$l_0 = C_п + B_{кл}, \text{ при } B_{пт} < B_{кл}, \qquad (3.15)$$

где $B_{кл}$ – габаритная ширина подбункерного конвейера, м.

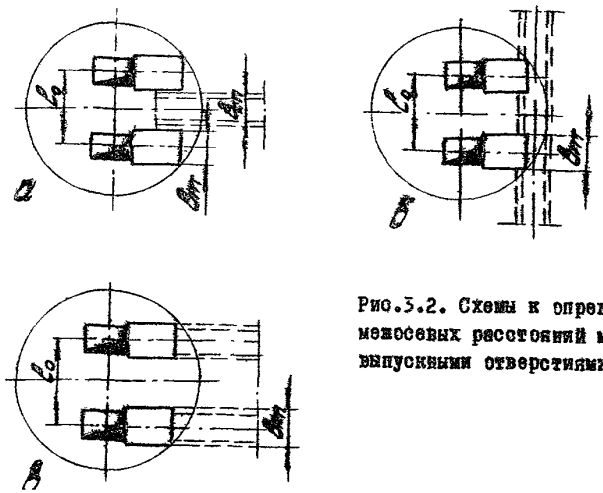


Рис.3.2. Схемы к определению межосевых расстояний между выпускными отверстиями

3.2. Определение геометрического объема и вместимости горных бункеров

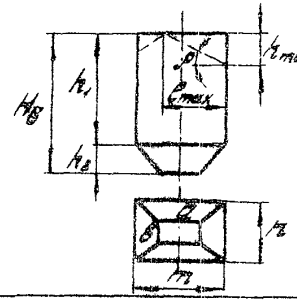
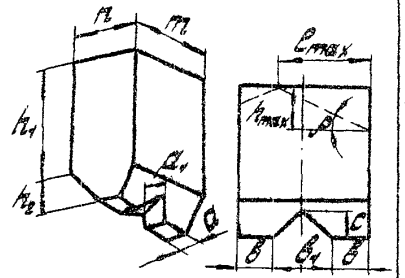
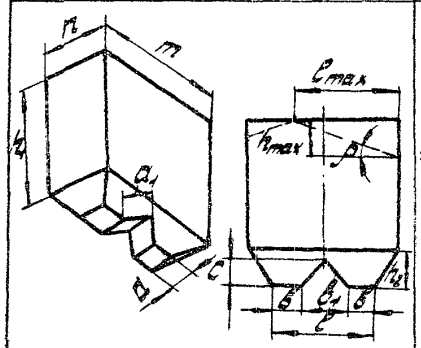
3.2.1. Полный (геометрический) объем горного бункера определяется суммированием объемов его отдельных частей.

3.2.2. Вместимость (полезный объем) горного бункера определяется с учетом возможного фактического заполнения насыпным материалом.

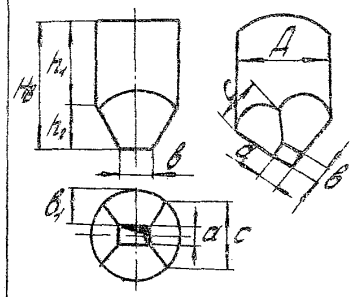
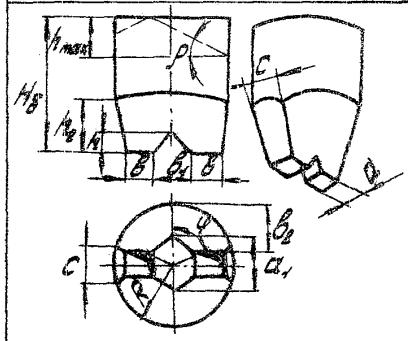
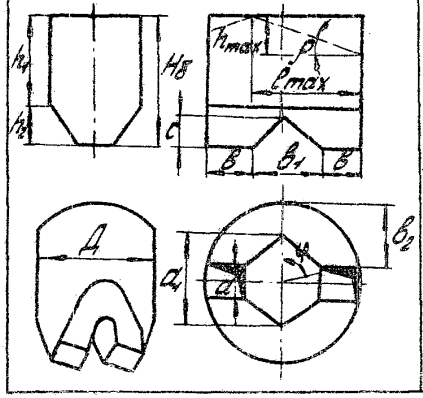
3.2.3. Коэффициент использования геометрического объема (отношение полезного к полному геометрическому объему) зависит от числа и мест расположения точек загрузки бункера и угла естественного откоса аккумулируемого материала.

Таблица 3.4

Формулы для определения геометрических объемов и вместимости вертикальных бункеров

Схема бункера	Формулы
1	2
Бункеры прямоугольного сечения	
	Геометрический объем $V_г = h_1 mn + \frac{h_2}{6}[mn + (m+a)(n+b) + ab]$ Вместимость $V_в = V_г - \frac{2}{3} mn h_{max}$
	Геометрический объем $V_г = h_1 mn + \frac{a+c}{2} h_2 m - (2a+a_1)\frac{b_1 c}{6}$ Вместимость $V_в = V_г - \frac{2}{3} mn h_{max}$
	Геометрический объем $V_г = h_1 mn - \frac{(2a+a_1)b_1 c}{6} + \frac{h_2[mn + (m+a)(n+b) + ab]}{6}$ Вместимость $V_в = V_г - \frac{2}{3} mn h_{max}$

Продолжение табл. 3.4

1	2
Бункеры круглого сечения	
	Геометрический объем $V_г = \pi R^2 H_в - \frac{a+c}{2} h_1 (R - \frac{b}{2}) - \frac{2h_2 R^3}{b_1}(\sin\varphi_в - \frac{\sin^3\varphi_в}{3} - \varphi_в \cos\varphi_в)$ Вместимость $V_в = V_г - \frac{2}{3}\pi R^2 h_{max}$
	Геометрический объем $V_г = \pi R^2 H_в - \frac{1}{6}(2a - a_1) b_1 h - \frac{a+c}{2} \times (R - \frac{b}{2}) - \frac{2h_2 R^3}{b_2}(\sin\varphi_в - \frac{\sin^3\varphi_в}{3} - \varphi_в \cos\varphi_в)$ Вместимость $V_в = V_г - \frac{2}{3}\pi R^2 h_{max}$
	Геометрический объем $V_г = \pi R^2 H_в - \frac{1}{6}(2a + a_1) b_1 h - \frac{2h_2 R^3}{b_2}(\sin\varphi_в - \frac{\sin^3\varphi_в}{3} - \varphi_в \cos\varphi_в)$ Вместимость $V_в = V_г - \frac{2}{3}\pi R^2 h_{max}$

Выбор геометрических параметров бункеров и схемы их загрузки необходимо производить так, чтобы коэффициент использования геометрического объема был не ниже 0,9 ÷ 0,95. Нижнее значение допускается для бункеров относительно небольшой вместимости-150-200 м^3.

Если по условиям эксплуатации требуется оставлять в нижней части бункера герметизирующий или амортизирующий слой аккумулируемого материала, то технологически полезный объем бункера определяется за вычетом объема этого слоя.

3.2.4. Формулы для расчета значений геометрического и полезного объемов вертикальных бункеров приведены в табл. 3.4.

Расчетные величины этих объемов для рекомендуемых типоразмеров горных бункеров даны в таблицах 3.5 и 3.6.

3.3. Выбор и расчет крепи горных бункеров

3.3.1. Крепь горных бункеров должна удовлетворять техническим, производственным и экономическим требованиям.

Технические требования обеспечиваются путем выбора крепи, обладающей способностью сопротивляться действующим нагрузкам не разрушаясь и не получая практически значимых остаточных деформаций.

Производственные требования обеспечиваются выбором такого типа, формы и размера крепи, при которых возможны механизация её возведения и выполнение бункером функций.

Экономические требования предусматривают выбор крепи минимально возможной стоимости, обеспечение минимальных затрат на её возведение, поддержание и ремонт.

3.3.2. Крепь горных бункеров должна быть постоянной, прочной, надежной и долговечной, иметь гладкую поверхность, обладать требуемыми гидроизоляционными свойствами.

Таблица 3.5

Геометрический объем и вместимость вертикальных бункеров круглого сечения

Основные размеры бункера, м		Объем бункера, м^3 геометрический при количестве выпускных отверстий		вместимость при количестве выпускных отверстий		Коэффициент использования полного объема при количестве выпускных отверстий	
диаметр	высота	одно	два	одно	два	одно	два
1	2	3	4	5	6	7	8
4,0	8	84	87	72	77	0,86	0,88
	10	110	113	98	103	0,89	0,90
	12	135	137	123	127	0,91	0,93
	14	160	163	148	153	0,92	0,94
	16	186	189	174	179	0,93	0,94
	18	210	213	198	203	0,94	0,95
	20	236	239	224	229	0,94	
	22	262	265	250	255	0,95	0,96
	24	284	287	272	277	0,95	0,97
	26	312	315	304	305	0,95	0,97
6,0	10	240	248	200	200	0,84	0,84
	12	295	305	255	265	0,86	0,87
	14	353	304	313	324	0,89	0,89
	16	410	416	370	376	0,90	0,90
	18	470	476	430	436	0,91	0,91
	20	520	530	480	490	0,92	0,92
	22	580	568	540	528	0,93	0,93
	24	638	645	600	605	0,94	0,94
	26	690	700	650	660	0,94	0,94
	28	750	760	710	720	0,94	0,94
	30	763	820	723	780	0,95	0,95
	32	868	875	828	835	0,96	0,95
	34	928	935	888	895	0,96	0,95
	36	963	1000	953	960	0,97	0,96
	18	910	920	800	810	0,88	0,88
	20	1020	1030	910	920	0,89	0,89

Продолжение табл.3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
8,5	25	I300	I320	I200	I2I0	0,9I	0,92
	30	I590	I600	I480	I490	0,93	0,93
	40	2I70	2I80	2060	2070	0,94	0,95
	50	2730	2740	2620	2630	0,96	0,96

Таблица 3.6

Геометрический объем и вместимость вертикальных бункеров прямоугольного сечения

Основные размеры поперечного сечения бункера, м	Высота бункера, м	Объем бункера, м³		Коэффициент использования полного объема
		геометрический	вместимость	
2,5 x 2,5	6	33,3	29,7	0,89
	8	45,9	42,3	0,94
	I0	58,4	54,8	0,94
3,0 x 3,0	9	73,0	66,7	0,92
	I0	82,0	75,7	0,93
	I2	I00,0	93,8	0,93
	I4	II5,2	I08,8	0,94
4,0 x 4,0	I6	246,8	229,8	0,93
	I8	3I0,8	293,8	0,95
	20	3I0,8	293,8	0,95
	22	342,8	325,8	0,95
	24	374,8	357,8	0,95

3.3.3. Крепь горных бункеров рекомендуется выполнять из монолитного бетона, железобетона, сборного железобетона, бетонитов, металлобетона (металлической крепи или металлической банки в бетоне) в зависимости от ожидаемой величины горного давления, характеристик пород и сроков службы бункеров.

В тех случаях, когда при сооружении горных бункеров в породах крепостью f_k = 6 – I2 и более по шкале проф. Протодьяконова горное давление не разрушает стенки бункера, допускается крепить сплошной крепью только устье и выпускную воронкообразную часть бункера. Остальные участки бункера можно крепить несплошной крепью или анкерами.

Бункеры относительно небольшой вместимости (до I00 – I50 м³) со сроком службы до двух лет допускается крепить сплошными деревянными рамами с обшивкой листовым железом. При склонности аккумулируемых углей к самовозгоранию рекомендуется для рамной крепи применять дерево, пропитанное антипирогенными веществами.

3.3.4. Расчет крепи стен бункеров должен производиться на основе схемы контактного взаимодействия крепи с массивом горных пород в соответствии с указаниями СНиП II-94-82 и с учетом формы и размеров поперечного сечения бункера и конструкции крепи, деформационных характеристик пород и материала крепи ($E_{упр}$ – модуль деформации, МПа и коэффициент Пуассона – μ_g), прочностных характеристик материала крепи, фильтрационных характеристик материала пород и крепи, характера контакта крепи с массивом горных пород (забутовка, цементация и др.), наличия и характеристик зон ослабления или упрочнения пород вокруг бункера, величин постоянных и временных нагрузок.

3.3.5. Крепь горных бункеров должна возводиться так, чтобы обеспечивался её достаточно прочный контакт с вмещающими породами.

При наличии значительных зон ослабленного контакта рекомендуется применять дополнительное анкерное крепление в комбинации с основным.

В комбинированной крепи длину анкеров ℓ_a следует принимать

равной не менее 2 м; расстояние между анкерами 0,7 l_a . При соответствующем обосновании допускается изменять длину анкеров и расстояние между ними.

3.3.6. Бункеры большой вместимости (более 500 м^3), сооружаемые в породах крепостью менее I,5, рекомендуется проектировать с опорными венцами, на один из которых стены бункера опираются нижней частью.

3.3.7. Данные о механических свойствах пород и деформационных характеристиках бетона и арматурной стали приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7

Показатели механических свойств пород [23]

Глубина залегания, м	Угольный бассейн	Породы	Показатели		
			$\sigma_{сж}$, МПа	μ_e	$E_{упр} \cdot 10^{-4}$, МПа
600-I300	Донецкий	Песчаники	60-I40	-	2,5-6,9
		Алевролиты	25-I00	0,24-0,4I	I,4-5,0
		Аргиллиты	I0- 60	0,29-0,42	0,5-3,8
600-I000	Донецкий (центр. район)	"	90-I80	0,I6-0,25	3,2-6,0
			60-90	0,I6-0,2I	2,2-4,5
			30-70	0,I8-0,50	0,6-4,5
600-I200	Печорский	"	70-I80	0,20-0,30	2,5-5,3
			50-I00	0,I6-0,28	2,0-3,5
			25-80	0,I5-0,30	0,7-2,5
300-800	Карагандинский	"	20-I00	0,26-0,30	0,4-3,5
			I5-70	-	0,4-2,0
			8-40	-	I,0-2,0
300-600	Кузнецкий	"	50-I60	0,I5-0,25	2,0-4,5
			20-II0	0,25-0,40	I,8-2,7
			I0-50	0,20-0,35	I,4-2,5

Таблица 3.8

Деформационные характеристики материала крепи

Материал	Марка	$E_{упр} \cdot 10^{-4}$ МПа	μ_e
Бетон	MI50	2I	0,2
	M200	24	
	M250	25,6	
	M300	29	
	M350	3I	0,2
	M400	33	
Арматурная сталь	СТ3	2I0	0,3
	ВСТ 3	"	
	ВСТ 5	"	
Прокатная сталь	Все марки	2I0	0,3

При отсутствии числовых данных величина модуля деформации может быть подсчитана по формулам:

для песчаников $E_{упр} = 226\,\sigma_{сж} + I,22 \cdot I0^4$; (3.I6)

для алевролитов $E_{упр} = 245\,\sigma_{сж} + I,24 \cdot I0^4$; (3.I7)

для аргиллитов по нормали к напластованию

$$E_{упр} = 242\,\sigma_{сж} + 0,I6 \cdot I0^4; \quad (3.I8)$$

для аргиллитов по напластованию

$$E_{упр} = 585\,\sigma_{сж} + 0,95 \cdot I0^4; \quad (3.I9)$$

для гранитов, диабазов, габбро и т.п.

$$E_{упр} = 470\,\sigma_{сж} + 3 \cdot I0^4 \quad (3.20)$$

3.3.8. Расчет параметров крепи стен горных бункеров производится на нагрузки, обусловленные действием горного давления в соответствии с указаниями СНиП II-94-82 [25] .

3.3.9. Расчет параметров крепи днищ, элементов спиральных

спусков и их опорных конструкций, а также затворов и питателей производится на нагрузки от массы сыпучего материала и собственной массы конструкций.

3.3.10. При определении расчетных усилий на днища бункеров затворы и питатели необходимо учитывать, кроме основных нормативных нагрузок, дополнительные (местные) давления сыпучего материала возникающие при разгрузке бункеров, при обрушении сводов и работе пневматических систем обрушения. Эти нагрузки учитываются введением поправочного коэффициента, определяемого по формуле

$$a_g = 0{,}7 + 0{,}3\frac{y}{d}, \qquad (3.21)$$

где y – расстояние от поверхности сыпучего материала до рассматриваемого сечения, м.

3.3.11. Основные нормативные давления сыпучих материалов на стены, днища, элементы конструкций спиральных спусков, питателей и затворов определяются по формулам [6]

$$p_r^н = \frac{\gamma_g R_r}{f_1}\left(1 - e^{-\frac{n_g f_1 y}{R_r}}\right); \qquad (3.22)$$

$$p_g^н = \frac{\gamma_g R_r}{n_g f_1}\left(1 - e^{-\frac{n_g f_1 y}{R_r}}\right), \qquad (3.23)$$

где R_r – гидравлический радиус поперечного сечения бункера, м $R_r = \frac{4F_g}{P}$; P_g – периметр бункера, м; F – площадь сечения бункера, м^2; f_1 – коэффициент трения сыпучего материала о стенки бункера; n_g – коэффициент бокового давления. Величина коэффициента n_g может быть приближенно определена по графику (рис.3.3) или более точно по формуле

$$n_g = \frac{1}{1 + 2\sin\varphi + \sqrt{1 + f^2}\left(f + \sqrt{f^2 - f_1^2}\right)}, \qquad (3.24)$$

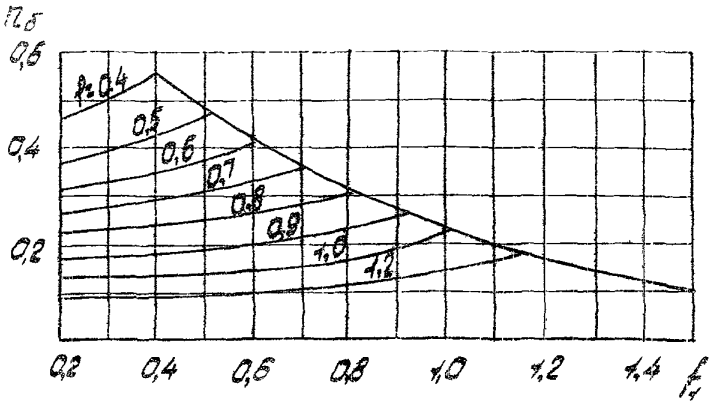


Рис.3.3. Зависимость коэффициента бокового давления от коэффициента внешнего трения

3.3.12. Элементы конструкций наклонных стенок бункеров рекомендуется рассчитывать по нормативному удельному давлению, определяемому по формуле

$$p_d^н = p_g^н / (\cos^2\alpha_g + n_g \sin^2\alpha_g), \qquad (3.25)$$

где α_g – угол наклона поверхности днища бункера к горизонту, град.

3.3.13. Расчет элементов крепления питателей производится на основе удельных нагрузок, определяемых по формулам, приведенным в п.3.3.11, и с учетом их массы.

3.3.14. При проектировании опорных конструкций внешних спиральных спусков, кроме нагрузок от давления материала, расположенного над спиральным спуском, необходимо учитывать нагрузки от собственной массы конструкции спирального спуска.

3.3.15. Расчет конструкций спиральных спусков для бункеров высотой до 10 м рекомендуется производить по максимально действую-

дей вертикальной нагрузке. В бункерах высотою более 10 м расчет спиральных спусков производится дифференцированно по отдельным участкам.

3.3.16. Площадь поверхности участка периферийного спирального спуска, расположенного выше рассматриваемого сечения, определяется по формуле

$$F_{nc} = B_{сл} L_c , \qquad (3.26)$$

где $B_{сл}$ -ширина желоба спирального спуска, м; L_c - длина спирального спуска, от его начала до рассматриваемого сечения, м,

$$L_c = \frac{2\pi n_y R_{ср}}{\cos\alpha_c} , \qquad (3.27)$$

где n_y - число шагов спирали, расположенной выше рассматриваемого сечения; $R_{ср}$ - средний радиус спирального спуска, м; α_c - угол подъема спирали, град.

$$n_y = \frac{h_y}{t_s} , \qquad (3.28)$$

где h_y - высота участка спирального спуска над рассматриваемым сечением, м; t_s - шаг спирали, м.

3.4. Выбор средств разгрузки горных бункеров

3.4.1. Средства разгрузки бункеров должны обеспечивать равномерную выгрузку материала с требуемой производительностью и режимом.

3.4.2. Горные бункеры рекомендуется оборудовать:

вибрационными питателями с плавным регулированием производительности выгрузки;

питателями конвейерного типа с регулируемым приводом;

качающимися питателями типа ПКЛ для углей с объемной массой до 1,2 т/м^3 и типа ПКТ для пород объемной массой до 2,6 т/м^8.

3.4.3. Технические характеристики питателей во взрывобезопасном исполнении приведены в таблицах 3.9, 3.10 и 3.11.

Таблица 3.9

Технические характеристики качающихся питателей типа ПКЛ (ОСТ 24.088.02-83)

Показатели	ПКЛ-80	ПКЛ-8	ПКЛ-10	ПКЛ-12
Максимальная производительность, м^3/ч	200	300	400	600
Ход лотка в пределах, мм	0-300	0-300	0-300	0-300
Число двойных ходов лотка в минуту	80	80	80	80
Размеры лотка, мм:				
ширина	800	800	1000	1300
длина	1400	1800	2020	2430
Размеры загрузочного отверстия, мм:				
ширина	750	750	1000	1250
длина	750	750	1250	1500
Наибольший размер кусков материала, мм:	400	400	500	625
Габаритные размеры, мм:				
длина	2825	3375	3785	4160
ширина	1050	1250	1565	1900
высота с воронкой	1065	1345	1420	1600
высота без воронки	805	1085	1140	1325
Мощность электродвигателя, кВт	3,0	5,5	7,5	15
Масса питателя, кг:				
с воронкой	858	1236	1700	2260
без воронки	783	1151	1590	2020

Таблица 3.10

Технические характеристики качающихся питателей типа ПКТ (Ост 24.088.02-83)

Показатели	ПКТ-5	ПКТ-10	ПКТ-12	ПКТ-24
Максимальная производительность, $м^3/ч$	70	240	320	430
Ход лотка в пределах, мм	0-176	0-185	0-135	0-280
Число двойных ходов лотка в минуту	65	65	65	65
Размеры лотка, мм:				
ширина	500	1000	1250	1400
длина	1060	1900	2240	2650
Размеры загрузочного отверстия, мм:				
ширина	500	1000	1250	1348
длина	800	1200	1200	1650
Наибольший размер кусков материала, мм	300	400	500	700
Габаритные размеры:				
длина	2600	4000	4300	5100
ширина	1000	1800	2200	2500
высота с воронкой	1300	1900	2000	2100
высота без воронки	1000	1600	1800	1800
Мощность электродвигателя, кВт	4	15	18,5	30
Масса питателя, кг:				
с воронкой				
без воронки	1480	3245	3900	6605

Таблица 3.11

Технические характеристики вибрационных питателей

Параметры	Питатели			
	ПЭВ 9А	ПЭВ 12А	ПЭВ 15А	ПЭВ 19А
Производительность, $м^3/ч$	90	150	250	500
Максимальная крупность кусков материала, мм	310	400	500	700
Двойная амплитуда колебаний лотка, мм	1,6	1,8	1,5	1,8
Вибратор, тип	ЭП76А	ВЭП4	ЭП76А	ВЭП4
Число вибраторов	1	1	2	2
Мощность, кВт	2	4	2 х 2	2 х 4
Расположение вибраторов	~~верхнее~~ нижнее	~~верхнее~~ нижнее	нижнее	нижнее
Расстояние между вибраторами, мм	-	-	650	800
Основные размеры, мм:				
длина	~~3950~~ 3510	~~3690~~ 4090	3620	4250
ширина	1200	1500	2310	2780
высота	~~1630~~ 1340	~~1900~~ 1625	1240	1970
Масса, кг	1780	3475	3502	6700

3.4.4. Качающиеся питатели просты по конструкции, надежны в работе, имеют относительно небольшие габаритные размеры, поэтому их рекомендуется применять для всех типов горных бункеров с выпускными отверстиями, в тех случаях, когда не требуется в течение длительных периодов времени изменять производительность выгрузки при любой допустимой в подземных условиях влажности и невысокой абразивности аккумулируемого материала.

3.4.5. Вибрационные питатели обеспечивают плавное регулирование производительности выгрузки, просты в управлении, имеют неболь-

шие габаритные размеры, в связи с чем их рекомендуется применять для всех типов горных бункеров в тех случаях, когда требуется регулировать производительность выгрузки при влажности материала не более 10 %.

Таблица 3.12

Технические характеристики пластинчатых питателей (ГОСТ 7424-77)

Параметры	Питатели			
	ПЛ-6	ПЛ-8	ПЛ-10	ПЛ-12
Производительность, $м^3/ч$	80-330	125-500	180-720	275-1100
Максимальная крупность кусков материала, мм	300	350	400	500
Ширина полотна, мм	650	800	1000	1200
Скорость движения полотна, м/с	0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,4
Мощность установленного электродвигателя, кВт	От 3 до 17	От 3 до 22	От 3 до 30	От 3 до 40
Основные размеры, мм:				
длина	16810	16910	16920	17120
ширина	2665	2885	3162	3571
высота	1742	2065	2165	2365
Масса, кг	7955	8760	10950	12200

3.4.6. Конвейерные питатели различных типов рекомендуется использовать в тех случаях, когда требуется обеспечить высокоточную дозировку поступления материала из бункера и плавное регулирование производительности выгрузки, в том числе при транспортировании материалов высокой абразивности и повышенной влажности.

3.4.7. Производительность питателей при настройке режима на определенный период эксплуатации можно рассчитать по следующим формулам:

для качающихся питателей

$$Q_{кл} = 60 l_{кл} n_{р.х} B_л \cdot h_{сл}, \qquad (3.29)$$

где $l_{кл}$ – амплитуда качаний лотка, м; $n_{р.х}$ – число рабочих ходов лотка в минуту; $B_л$ – ширина лотка питателя, м; $h_{сл}$ – высота слоя материала на разгрузочном конце лотка, м;

для вибрационных питателей

$$Q_{вл} = 60 l_к \cdot n_{ук} B_л \cdot h_{сл}, \qquad (3.30)$$

где $l_к$ – амплитуда колебаний, м; $n_{ук}$ – частота колебаний лотка в минуту;

для конвейерных питателей

$$Q_{л.к} = 3600 V_к B_л h_{сл}, \qquad (3.31)$$

где $V_к$ – скорость движения конвейерного полотна, м/с

3.5. Выбор средств для снижения ударных нагрузок и степени переизмельчения аккумулируемого материала в бункере. Расчет параметров спиральных спусков

3.5.1. Горные бункеры, предназначенные для аккумулирования углей и при превышении загрузочной камеры над разгрузочной более 5 м рекомендуется оборудовать средствами для снижения ударных нагрузок и переизмельчения (спиральными и каскадными спусками, углеспускными трубами, тормозными устройствами из отрезков цепей и рельсов и т.д).

В вертикальных конических бункерах и бункерах, предназначенных для аккумулирования породы, средства борьбы с переизмельчением аккумулируемого материала не предусматриваются.

Средствами борьбы с переизмельчением угля не рекомендуется

оборудовать бункеры, аккумулирующие рядовые угли, содержащие более 80 % мелких классов (13-0 мм).

3.5.2. Спиральные спуски являются основными средствами снижения переизмельчения угля и ими рекомендуется оборудовать вертикальные бункеры. Каскадные спуски можно применять главным образом в вертикальных бункерах прямоугольного сечения. Углеспускные трубы рекомендуется использовать как в круглых, так и прямоугольных бункерах при транспортировании рядового угля невысокой влажности.

В породных бункерах для снижения ударных нагрузок кусков материала о днище рекомендуется оставлять аммортизационную "подушку" из аккумулируемой породы.

3.5.3. Предпочтительно оборудовать бункеры периферийными спиральными спусками с полукруглой и трапециевидной формой сечения желоба, встроенными в стены бункера, которые более надежны и долговечны [28].

Центральные спиральные углеспуски могут быть рекомендованы для бункеров высотой до 20 м.

3.5.4. Конструктивные параметры: угол подъема спирали α_c, угол наклона образующий желоба β_c, шаг спирали t_s и ширина желоба $\delta_{сп}$, (рис.3.4) для спиральных углеспусков всех типов должны определяться расчетным путем с учетом характеристик аккумулируемого груза.

3.5.5. Для расчета конструктивных параметров спиральных спусков необходимо знать диаметр бункера, средний радиус спирального спуска, размеры преобладающих кусков материала, скорость движения материала и величину коэффициента трения материала о поверхность желоба спирального спуска.

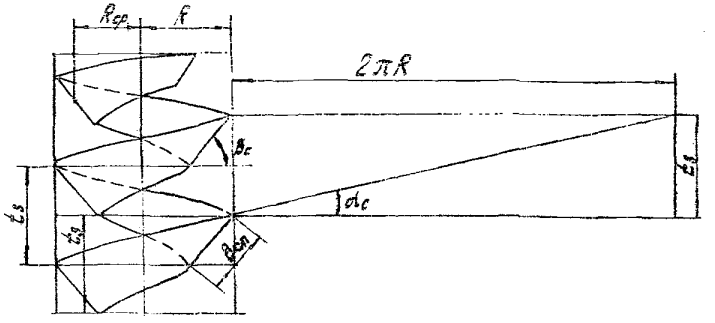


Рис.3.4. К расчету конструктивных параметров спиральных спусков

3.5.6. Из условия минимального измельчения угля и с целью уменьшения износа спирального спуска, скорость движения материала не должна превышать 4-5 м/с.

3.5.7. Угол β_c наклона образующей спирального спуска определяется по заданной скорости $V_м$ движения материала, исходя из условия отсутствия его бокового схода по формуле [22]:

$$\beta_c = arctg \frac{V_м^2}{g R_{ср}}, \qquad (3.32)$$

где $R_{ср}$ - средний радиус спирального спуска, м; g - ускорение силы тяжести, м/с^2.

3.5.8. Угол подъема α_c спирали рассчитывается по формуле [22]

$$\alpha_c = arctg 0{,}7 \sqrt{f_c^2 - 4\sqrt{(4+f_c^2)^2 + 4 f_c^2 tg^2 \beta_c}}, \qquad (3.33)$$

где f_c - коэффициент трения сыпучего материала о поверхность желоба спирального спуска, значения которого для некоторых углей и материалов приведены в табл. 22 [11].

Таблица 3.13

Коэффициенты трения угля о поверхность спиральных спусков

Материал поверхности спирального спуска	Значения коэффициента трения						
	антрацит при влажности				каменный уголь	бурый уголь	порода
	воздушно-сухого 1,9-2,1%	4,5%	7,0%	12%			
Сталь	0,43	0,71	0,94	1,13	0,26-0,37	0,4-0,5	0,43-0,75
Бетон	0,60	0,72	0,77	0,82	0,38-0,69	0,67-0,77	-
Плитки каменного литья	0,49	0,75	0,92	1,13	-	-	-

3.5.9. Шаг спирали t_s устанавливается на основе значений $R_{ср}$ и α_c по формуле

$$t_s = 2\pi R_{ср}\, tg\,\alpha_c \qquad (3.34)$$

3.5.10. Ширину желоба спирального спуска рекомендуется определять, исходя из максимально возможной величины входного грузопотока ($\tilde{U}_{max}$, м³/ч), скорости движения материала по желобу и коэффициента резерва пропускной способности спирального спуска ($K_{рс}$ = 1,25 - 1,5) по следующим приближенным формулам:

при трапециевидной форме поперечного сечения желоба (рис.3.5)

$$B_{сп} = \sqrt{\frac{U_{max} \cdot K_{рс}}{576 \cdot V_м (tg\,\rho' + tg\,\beta_1')}}, \qquad (3.35)$$

где

$$\rho' = 0{,}5\rho,$$

$$\beta_1' = 90^\circ - (\beta_c + \rho);$$

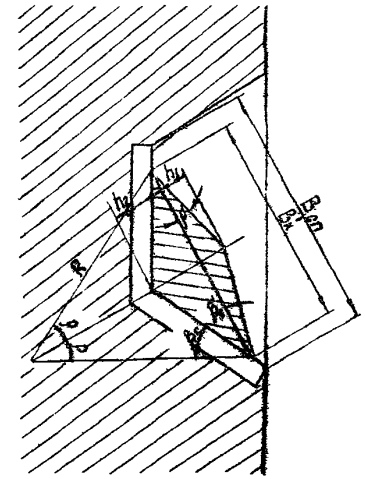


Рис.3.5. Трапециевидное сечение спирального спуска

при полукруглой форме поперечного сечения желоба (рис.3.6)

$$B_{сп} = 2{,}5 \sin\frac{\theta_s'}{2} \sqrt{\frac{U_{max} \cdot K_{р.с}}{3600 V_м \left[\frac{1}{2}\left(\frac{\pi\theta_s'}{180} - \sin\theta_s'\right) + \sin^2\left(\frac{\theta_s'}{2}\right) tg\,\rho'\right]}}, \qquad (3.36)$$

где θ_s' - центральный угол сегмента в сечении материала, расположенного на желобе, град. θ_s' = 110-120°.

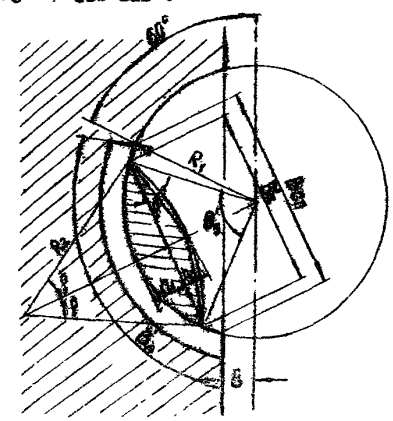


Рис.3.6. Полукруглое сечение спирального спуска

3.5.II. Рассчитанные по формулам (3.34), (3.35) значения ширины желоба должны быть проверены по условию

$$B_{сп} \geq (2 \div 3)\, a' + 200 \qquad (3.37)$$

3.5.I2. Высота желоба спирального спуска h_c принимается в пределах

$$0{,}4\, B_{сп} \leq h_c \leq 0{,}8\, B_{сп} \qquad (3.38)$$

Спиральный спуск должен иметь в передней части разгонный участок, скорость движения материала в конце которого должна быть на 5 ÷ I0 % выше принятого значения $v_м$.

3.5.I3. Пропускная способность спирального спуска определяется зависимостью

$$Q_c = 3600\, F_c \cdot v_м \,, \qquad (3.39)$$

где F_c – площадь поперечного сечения движущегося материала в желобе спирального спуска, м^2.

При трапециевидной форме поперечного сечения желоба

$$F_c = 0{,}16\, B_{сп}^2 \,(tg\rho' + tg\beta_1') \,, \qquad (3.40)$$

При полукруглой форме поперечного сечения желоба

$$F_c = R_1^2 \left[\frac{1}{2}\left(\frac{\pi\beta_s'}{180} - \sin\beta_s'\right) + \sin^2\left(\frac{\beta_s'}{2}\right) tg\rho'\right], \qquad (3.41)$$

где R_1 – радиус образующей спирального спуска, м

$$R_1 = \sqrt{\frac{v_{max} \cdot K_{р.с}}{3600\, v_м \left[\frac{1}{2}\left(\frac{\pi\beta_s'}{180} - \sin\beta_s'\right) + \sin^2\left(\frac{\beta_s'}{2}\right) tg\rho'\right]}} \qquad (3.42)$$

3.5.I4. Расчетные значения параметров спиральных спусков для рекомендуемых диаметров (4; 6; 8,5 м) вертикальных бункеров приведены в табл.3.I4.

Таблица 3.I4

Расчетные параметры спиральных спусков

Диаметр бункера, м	Средний радиус спирального спуска, м	Угол наклона образующей, град	Угол подъема спирали, град	Коэффициент трения груза о поверхность спуска	Шаг спирали, м
I	2	3	4	5	6
		При	$v_м$ = 4 м/с		
4,0	2,25	35°	30°	0,5	8,36
			35°	0,6	9,9
			39°	0,7	II,4I
			4I°	0,8	I2,4
			45°	0,9	I4,07
			48°	I,0	I5,77
6,0	3,25	26°	29°	0,5	II,I9
			33°	0,6	I3,34
			37°	0,7	I5,45
			40°	0,8	I7,53
			44°	0,9	I9,62
			47°	I,0	2I,68
8,5	4,5	I9°	28°	0,5	I4,9I
			32°	0,6	I7,8I
			36°	0,7	20,7I
			39°	0,8	23,20
			43°	0,9	26,43
			46°	I,0	29,25

Продолжение табл.3.14

I	2	3	4	5	6
			При $v_м$ = 5 м/с		
4,0	2,25	48^0	34^0	0,5	9,7I
			38^0	0,6	II,36
			42^0	0,7	I2,94
			45^0	0,8	I4,48
			48^0	0,9	I6,0I
			$5I^0$	I,0	I7,45
6,0	3,25	38^0	$3I^0$	0,5	I3,34
			35^0	0,6	I4,62
			39^0	0,7	I6,7I
			42^0	0,8	I8,93
			45^0	0,9	2I,02
			48^0	I,0	23,I0
8,5	4,5	29^0	29^0	0,5	I5,83
			34^0	0,6	I8,83
			38^0	0,7	2I,79
			$4I^0$	0,8	24,68
			44^0	0,9	27,57
			47^0	I,0	30,42

3.5.I5. Спиральные спуски рекомендуется проектировать трапециевидного и полукруглого сечения и изготовлять отдельными секциями из металла, бетона или железобетона.

3.5.I6. Поверхность скольжения бетонных и железобетонных спиральных спусков должна быть покрыта износостойкой облицовкой.

В качестве износостойких облицовок рекомендуется применять стальные пластины из хромомолибденовой стали или плитки каменного литья из базальта.

Плитками из хромомолибденовой стали и базальта рекомендуется футеровать поверхности спиральных спусков, не подверженных вибрационным и ударным нагрузкам (спиральные спуски, встроенные в стенки бункера, и спуски, выполненные из бетона или железобетона).

3.5.I7. Спиральные спуски из листовой стали рекомендуется использовать в бункерах относительно небольшой вместимости (до 200 $м^3$).

3.5.I8. Спиральные спуски рекомендуется оборудовать тангенциально расположенными загрузочными желобами клотоидной формы.

3.5.I9. Сыпучий материал должен поступать на наклонную поверхность загрузочного желоба при возможно меньшем перепаде высот, а парабола падения материала образовывала бы минимально возможный угол с наклонной поверхностью желоба.

3.5.20. Разгрузочная часть спирального спуска по возможности должна соприкасаться с наклонной поверхностью бункера по касательной.

4. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ БУНКЕРОВ

4.I. Определение допустимых габаритных размеров бункеров

4.I.I. Допустимые габаритные размеры поперечного сечения механизированных бункеров устанавливаются, исходя из заданных или предполагаемых сечений горных выработок и схем расположения бункеров в выработках с учетом наличия другого оборудования. При этом должны соблюдаться зазоры, предусматриваемые правилами безопасности и эксплуатации оборудования в подземных условиях.

4.I.2. Для всех типов механизированных бункеров, за исключе-

нием люковых и щелевых, основной является схема размещения бункера в отдельной выработке с установкой его на почву. В тех случаях, когда это невозможно, необходимо рассматривать варианты размещения бункера над или сбоку магистрального конвейера параллельно рельсовому пути или монорельсовой дороге.

Расчетные формулы и допустимые габаритные размеры бункеров с учетом рекомендуемых схем установки выработок для арочного и трапециевидного сечения до 16 м^2 приведены в табл.4.1.

Таблица 4.1

Допустимые габаритные размеры бункера

Схема размещения бункера (рис. 4.1)	Расчетные формулы	Площадь сечения выработки, м^2	Радиус закругления верняка, (ширина выработки, м)	Высота бункера, м	Ширина бункера, м
а	$B_б=\sqrt{4R^2-4(H+h)^2}-(m+n)$ $h_б=h+\sqrt{R^2+\sqrt{R^2-(H-h)^2}-n}^2\cdot K$	6,6	I,65	I,78	I,54
		7,9	I,67	I,96	I,86
		8,8	2,II	I,80	2,25
		II,2	2,34	I,89	2,9I
		I2,7	2,62	I,79	3,37
		I3,7	2,62	I,99	3,59
		I6,4	2,74	2,I7	4,I0
б	$B_б=\sqrt{4R^2-4(H+h)^2}-(m+n+A+c)$ $h_б=h+\sqrt{R^2+\sqrt{R^2-(H+h)^2}-n}^2\cdot K$	II,2	2,34	I,89	I,3I
		I2,7	2,62	I,79	I,77
		I3,7	2,62	I,99	I,99
		I6,4	2,74	2,I7	2,50
в	$B_б=\ell-(m+n)-2H\operatorname{ctg}\alpha$ $h_б=h-A$	5,8	2,96	I,8	I,32
		6,8	3,00	2,2	I,35
		7,9	3,62	2,0	I,98
		9,7	4,I	2,2	2,45
		I0,9	3,88	2,8	2,23
		II,8	4,I8	2,8	2,53
		I2,2	4,28	2,8	2,63
г	$B_б=\ell-(m+n)-2H\operatorname{ctg}\alpha$ $h_б=h-K-\frac{\ell}{2}\cdot h_к$	I0,9	3,88	I,43	2,23
		II,8	4,I8	I,43	2,53
		I2,2	4,28	I,43	2,63

4.I.3. Для люковых и щелевых бункеров выбор габаритных размеров должен производиться с учетом необходимости обеспечения гравитационной выгрузки материала на конвейер, установленный вдоль выработки. При этом углы наклона стенок бункера к горизонтали должны быть не менее 50^0.

4.I.4. Длина бункеров определяется, исходя из требуемой вместимости и с учетом полезного поперечного сечения бункера.

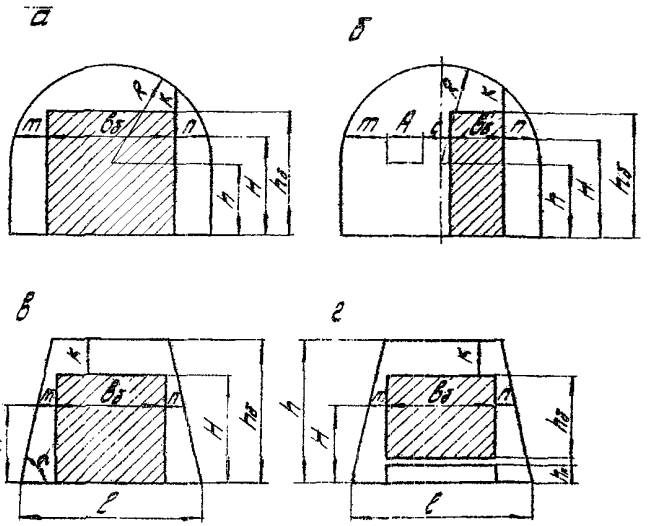


Рис. 4.I. Схемы установки бункера в поперечном сечении выработок: а- установка бункера на почву выработки арочного сечения; б-установка бункера на почву выработки арочного сечения параллельно с электровозной откаткой или конвейерным транспортом; в- установка бункера на почву выработки трапециевидного сечения; г - установка бункера над конвейером в выработке трапециевидного сечения

4.2. Выбор конструктивных параметров конвейерных бункеров

4.2.I. Размеры полезного поперечного сечения грузовмещающего желоба конвейерных бункеров устанавливаются путем предварительной конструкторской проработки при вписывании принятой схемы бункера в допустимые габаритные размеры. При этом надо стремиться обеспечивать максимальную полезную площадь поперечного сечения желоба в допустимых габаритных размерах бункера.

С целью ограничения величины сопротивления перемещению груза в бункере и обеспечения достаточной погонной вместимости рекомендуется принимать соотношение размеров по ширине (в нижней части) и высоте грузовмещающего желоба в пределах $\frac{B}{H} = 0{,}7 \div 1{,}5$.

Исходя из размера наибольшего куска транспортируемого материала, а также ширины рабочего органа подземных ленточных конвейеров унифицированного ряда, рекомендуется принимать ширину в нижней части грузовмещающего желоба не менее 800 мм.

4.2.2. В том случае, когда при выборе размеров желоба не выдерживается рекомендуемое отношение $\frac{B}{H}$, высота слоя груза в бункере не должна превышать $0{,}9\,H_{пр}$, где $H_{пр}$ – предельно допустимая высота слоя груза, перемещаемого сплошным телом волочения:

для скребковых бункеров

$$H_{пр} = \frac{B\,tg\varphi\cos\alpha_p}{f_1(\sin^2\alpha_p + n_б\cos^2\alpha_p)} + h; \qquad (4.1)$$

для ленточных и пластинчатых бункеров

$$H_{пр} = \frac{B f_3 \cos\alpha_p}{(\sin^2\alpha_p + n_б\cos^2\alpha_p) f_1}, \qquad (4.2)$$

где φ – угол внутреннего трения груза, град; α_p – угол развала бортов, град; f_1 – коэффициент трения груза о борта. Для бортов из листовой стали: для рядового угля $f_1 = 0{,}3 - 0{,}4$; для шахтной породы $f_1 = 0{,}43 - 0{,}75$; f_3 – коэффициент трения груза об обрезиненную ленту, $f_3 = 0{,}5 - 0{,}6$; h – высота скребка, м; $n_б$ – коэффициент бокового распора груза в желобе

$$n_б = (1{,}2 + v)\cdot\frac{1}{1+\sin\varphi}, \qquad (4.3)$$

где v – скорость перемещения груза в бункере, м/с, [5].

4.2.3. Рекомендуется принимать форму поперечного сечения грузовмещающего желоба для конвейерных бункеров прямоугольную или форму обратной трапеции. Прямоугольная более предпочтительна для передвижных бункеров, трапециевидная – для стационарных бункеров. Угол между вертикалью и наклонным бортом при трапециевидной форме должен составлять $10\text{-}15^0$. Развал бортов обеспечивает некоторое уменьшение удельных сопротивлений перемещению груза.

4.2.4. При определении параметров рабочего органа скребковых конвейерных бункеров за базовый параметр принимается высота скребка. Последняя устанавливается, исходя из высоты звена тяговой цепи, а также на основании прочностных расчетов скребка. У подавляющего количества типов отечественных и зарубежных бункеров высота скребка равна 60 – 90 мм.

При ширине грузовмещающего желоба в нижней части более 1000 мм рекомендуется принимать для скребковых бункеров два параллельно расположенных двухцепных рабочих органа.

4.2.5. Шаг установки скребков определяется по номограмме (рис.4.2) в зависимости от ширины и высоты грузовмещающего желоба, а также высоты скребка. Номограмма построена для груза с углом внутреннего трения $\varphi = 30^0$ и коэффициентов трения угля о борта f_1 и днище f_2, равных 0,5 [13]. Для других значений φ и f_2 в таблицах 4.2 и 4.3 даются поправочные коэффициенты K_φ и K_α.

Таблица 4.2

Значения поправочного коэффициента K_φ

φ, град	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
K_φ	0,76	0,82	0,91	1,0	1,10	1,21	1,34	1,48	1,64	1,82

Таблица 4.3

Значения поправочного коэффициента K_f

$f_н$ ($f_в$)	0,25	0,3	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
K_f	1,62	1,48	1,34	1,22	1,11	1,0	0,91	0,83

С учетом поправочных коэффициентов шаг установки скребков

$$l_c = l_н K_\varphi K_f, \qquad (4.4)$$

где $l_н$ – шаг установки скребков, определенный по номограмме, м.

4.2.6. Для ленточных конвейерных бункеров ширина ленты $B_л$ должна быть на 100–150 мм больше ширины грузовмещающего желоба в нижней части.

Шаг установки роликоопор $l_{р.р}$ на грузовой ветви принимается, исходя из максимально допустимой стрелы провеса ленты между роликами $\Delta f \leq 5$ мм;

$$l_{р.р} = \sqrt{\frac{8 S_{min} \Delta f}{(q_0 + q)}}, \qquad (4.5)$$

где S_{min} – минимальное рабочее натяжение ленты на грузовой ветви, определяемое тяговым расчетом по контурным точкам, Н;

q_0, q – соответственно вес 1 м длины рабочего органа (ленты) и вес груза, приходящийся на 1 м длины желоба, н/м.

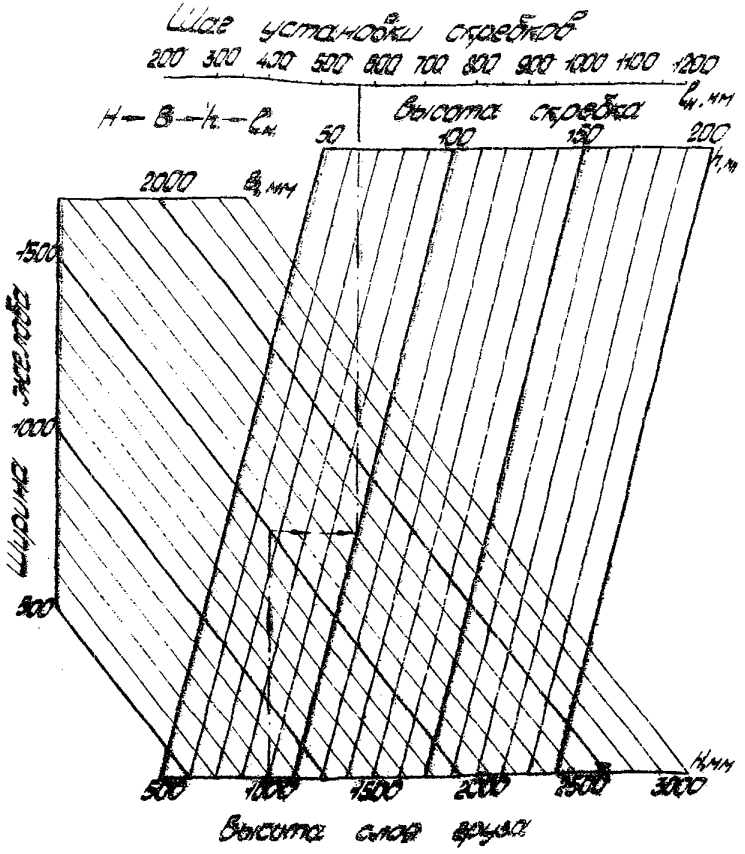


Рис.4.2. Номограмма по определению шага установки скребков

Значения q_0 для различных лент, рекомендуемых к применению в конструкциях ленточных бункеров, могут быть определены с помощью таблиц 4.4, 4.5. [9].

Таблица 4.4

Характеристика негорючих резинотросовых лент

Тип ленты	Ширина, мм	Расчетная разрывная прочность ширины сердечника, н/мм	Диаметр троса, мм	Толщина откладок, мм	Удлинение при 10 % нагрузки от разрывной, % (не более	Масса ленты, кг/м²
1РТЛО-500	800	500	2,7	3,0/2,0 x)	0,25	20,5
2РТЛО-500	800	500	2,7	4,5/2,5 x)	0,25	20,5
1РТЛО-1000	800-1000	1000	3,4	4,0/2,0 x)	0,25	25,0
2РТЛО-1000	800-1000	1000	3,4	4,0/4,0 x)	0,25	25,0
2РТЛО-1500	800-1200	1500	4,2	5,5	0,25	28,0
2РТЛО-1500У	800-1400	1500	6,0	5,5	0,25	30,0
2РТЛО-2500	1000-1200	2500	7,5	5,5	0,25	37,0
2РТЛО-3150	1000-1600	3150	8,25	5,5	0,25	43,2

x) В числителе указана толщина верхней (рабочей) обкладки, в знаменателе – нижней (нерабочей) обкладки

Таблица 4.5

Масса (расчетная) резинотканевых лент, кг/м²

Тип ленты	Ширина ленты, мм	Прочность прокладки при разрыве, н/см	Число тканевых прокладок, шт					
			3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2ШБКНЛ-65	1000 1200	550	7,8	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8
2ШБКНЛ-100	1000 1200	1000	7,9 10,8	9,0 11,9	10,1 13,0	11,2 14,1	12,3 15,2	13,4 16,3
2ШБКНЛ-150	1000 1200	1500	8,5 11,4	10,8 12,7	11,1 14,0	12,1 15,3	13,7 16,6	15,0 17,0
2 ШТА-100 2 ШТК-100	1000 1200	1000	11,1 12,8	12,3 14,0	13,5 15,2	14,7 16,4	15,9 17,6	17,1 18,8
2ШТК-150 2ШТК-200	1000 1200	1500 2000	11,7 13,4	13,1 14,8	14,5 16,2	15,9 17,6	17,3 19,0	18,7 20,4
2РШТК-300 2РШТА-300	1000 1200	3000	12,0 13,7	13,5 15,2	15,0 16,7	16,5 18,2	18,0 19,7	19,5 21,2
2РШТКЛА-300	1000 1200	3000	12,6 14,3	14,3 16,0	16,0 17,7	17,7 19,4	19,4 21,1	21,1 22,8
2РШТК-400 2РШТА-400 2РШТКЛ-200	1000 1200	4000 4000 2000	12,3 14,0	13,9 15,6	15,5 17,2	17,1 18,8	18,7 20,4	20,3 22,0

4.2.7. Распределенная нагрузка на ролик (по длине) рассчитывается по формуле

$$q_{р} = K_{у.р}\left(g \cdot \gamma \cdot H + \frac{q_{р}}{\delta_{л}}\right) \cdot l_{у.р}, \qquad (4.6)$$

где $K_{у.р}$ – коэффициент, учитывающий неточность установки роликов, $K_{у.р}$ = 1,05 ÷ 1,10; g – ускорение силы тяжести, м/с².

Диаметры обводных барабанов целесообразно принимать: для лент с шириной 1000, 1200 и 1600 мм соответственно 450, 600 и 900 мм.

4.3. Выбор режимных параметров конвейерных бункеров

4.3.1. Конвейерные бункеры могут оснащаться одним из следующих типов приводов: реверсивным с плавным или ступенчатым регулированием скорости в обе стороны; нереверсивным с плавным или ступенчатым регулированием скорости; реверсивным или нереверсивным с постоянной скоростью.

Тип привода выбирается, исходя из назначения бункера и требований к режиму его работы и автоматизации.

4.3.2. Режимные параметры привода бункера зависят от величины и характера входного грузопотока, типа, производительности и режима работы подбункерных транспортных средств, погонной вместимости бункера.

4.3.3. При определении режимных параметров следует учитывать четыре состояния работы бункера: сглаживание неравномерности грузопотока при работающих подбункерном и надбункерном конвейерах; загрузка бункера при неработающем подбункерном конвейере; выгрузка при неработающем надбункерном конвейере; транзитный режим-передача груза с надбункерного конвейера на подбункерный минуя бункер.

4.3.4. Требуемая наибольшая скорость перемещения рабочего органа донного конвейера при загрузке бункера определяется, исходя из максимального значения поступающего грузопотока, по формуле:

$$v_{з\,max} = \frac{K_{н.в}\,\tilde{Q}_{max}}{\varphi F_{зс}}, \qquad (4.7)$$

где $\tilde{Q}_{max}$ - максимальное значение минутного грузопотока, м³/мин; $K_{н.в}$ - коэффициент, учитывающий внутриминутную неравномерность грузопотока, $K_{н.в}$ = I,I - I,I5; $F_{зс}$ - площадь поперечного сечения груза в бункере, м²; φ - коэффициент, учитывающий степень заполнения желоба.

4.3.5. Требуемая наибольшая скорость перемещения рабочего органа донного конвейера при разгрузке бункера определяется на основании заданной максимальной производительности разгрузки P_{max} бункера

$$v^{р}_{max} = \frac{P_{max}}{\varphi F_{зс}}, \qquad (4.8)$$

Величина P_{max} рассчитывается, исходя из пропускной способности и режима работы транспортной системы, в которой должен быть установлен данный бункер.

4.3.6. Максимальное требуемое значение ускорения a_{max} при регулируемом изменении скорости находится по приближенной эмпирической формуле

$$a_{max} = \frac{0{,}08}{\varphi F_{зс}\sqrt{\tau_к}}, \qquad (4.9)$$

где $\tau_к$ - время корреляции непрерывного забойного грузопотока, мин.

Для грузопотоков, поступающих из комплексно-механизированных лав, величина $\tau_к$ находится в пределах 2-3 мин. [7,I2]

4.3.7. При нерегулируемом прерывистом перемещении рабочего органа донного конвейера на загрузку бункера время паузы между двумя последовательными включениями определяется из выражения

$$t_{п.в} = \frac{\varphi \cdot F_{зс} \cdot l_л}{\tilde{Q}_{ср}} - \frac{l_л}{v_{max}}, \qquad (4.I0)$$

где $\tilde{Q}_{ср}$ - средний грузопоток за машинное время, м³/мин; $l_л$ - шаг подвижки рабочего органа донного конвейера, максимально допустимое значение которого определяется, исходя из требуемой степени заполнения грузовмещающего желоба. При коэффициенте заполнения желоба φ = 0,95 шаг подвижки рекомендуется принимать равным I,0÷ I,3 $(H \div B_{ж} g\rho)$,

где ρ - угол естественного откоса, град, принимается ρ = 33 - 38°.

4.3.8. Шаг подвижки рабочего органа должен проверяться по допустимой частоте включений электродвигателя привода:

$$n_{вкл} = \frac{v_{max}}{l_л} \leqslant [n_{вкл}], \qquad (4.II)$$

где $[n_{вкл}]$ - допустимая частота включений; определяется на основании теплового расчета электродвигателя.

При невыполнении условия (4.II) требуется заменить электродвигатель. В отдельных случаях в необходимое соответствие параметры $n_{вкл}$ и $[n_{вкл}]$ можно привести путем установки дополнительных бортов бункера в пункте погрузки. При этом длина дополнительных бортов $l_л$ должна быть увеличена на Δl

$$\Delta l = \sqrt{\frac{4h'}{g\rho}\left(\frac{h'}{g\rho} + b_{ф}\right)}, \qquad (4.I2)$$

где h' - высота дополнительных бортов, м; $b_{ф}$ - ширина фронта погрузки ($b_{ф}$ = 0,8 - I,2 м).

4.3.9. При остановке груженого конвейерного бункера время от момента отключения двигателя до полной остановки не должно превышать 2 с.

4.3.10. Количество ступеней скорости рабочего органа при загрузке бункера определяется характером поступающего в бункер грузопотока. В большинстве случаев для подземных конвейерных бункеров требуется иметь не более 4-х ступеней с одинаковыми интервалами между значениями скорости.

4.3.11. Количество ступеней скорости рабочего органа при разгрузке бункера зависит от пропускной способности и режимов работы транспортной системы, в которой установлен бункер.

4.3.12. Для нереверсивных бункеров, загрузка которых производится специальными распределительными устройствами (передвижным плужковым сбрасывателем, передвижным конвейером и т.д.), режимными параметрами являются: скорость и частота передвижки распред-устройства, а также время работы при одном включении привода передвижки.

4.3.13. Необходимая скорость передвижки плужкового сбрасывателя или загрузочного конвейера рассчитывается по формуле (4.9).

Частота передвижек

$$\nu = \frac{\bar{U}_{cp}}{F_{ж} \cdot l_n \cdot \psi}, \qquad (4.13)$$

Время работы привода при одном включении

$$t_{вкл} = \frac{l_n}{v_{max}}. \qquad (4.14)$$

4.4. Тяговый расчет конвейерных бункеров

4.4.1. Тяговый расчет конвейерных бункеров производится методом обхода по контурным точкам. Сопротивления на порожняковой W_n и грузовой W_r ветвях определяются:

для бункера со скребковым рабочим органом

$$W_n = q_0 \omega' L_\delta \cos\beta \pm q_0 L_\delta \sin\beta, \qquad (4.15)$$

$$W_r = (q\omega + q_0\omega') L_\delta \cos\beta \pm (q + q_0) L_\delta \sin\beta, \qquad (4.16)$$

для бункера с ленточным рабочим органом

$$W_n = (q_0 + q_p'') L_\delta \omega' \cos\beta \pm q_0 L_\delta \sin\beta, \qquad (4.17)$$

$$W_r = L_\delta [q\omega + (q_0 + q_p' + \gamma g H B)(\omega \cos\beta \pm \sin\beta)] \qquad (4.18)$$

для бункера с пластинчатым рабочим органом

$$W_n = L_\delta q_0 (\omega' \cos\beta \pm \sin\beta), \qquad (4.19)$$

$$W_r = L_\delta [q\omega + (q_0 + \gamma g H B)(\omega' \cos\beta \pm \sin\beta)], \qquad (4.20)$$

где ω' - коэффициент сопротивления движению рабочего органа, ω - коэффициент сопротивления движению груза в желобе бункера; q_p', q_p'' - вес вращающихся частей роликов соответственно грузовой и порожняковой ветвей, приходящийся на 1 м длины става, Н/м; β - угол наклона бункера, град; L_δ - длина грузовмещающего желоба, м; γ - насыпная плотность груза, кг/м^3.

Верхний знак в формулах (4.15-4.20) принимается при движении груза вниз, нижний - при движении груза вверх.

4.4.2. Вес перемещаемого насыпного груза, приходящийся на 1 пог.м грузовмещающего желоба с учетом требуемого коэффициента заполнения для бункеров с различной формой поперечного сечения рассчитывается по формулам:

для бункеров с трапециевидной и прямоугольной формой поперечного сечения ($\alpha_p = 0$)

$$q = 4\gamma g H (B + H \operatorname{tg} \alpha_p) \qquad (4.21)$$

для бункеров с комбинированной формой поперечного сечения желоба

$$q = 4\gamma g [BH + (H^2 - H^{\frac{3}{2}})] \operatorname{tg} \alpha_p . \qquad (4.22)$$

4.4.3. Вес вращающихся частей роликов на грузовой и порожняковой ветвях, приходящийся на I м длины става донного конвейера:

$$q'_p = \frac{G'_p}{l'_{y,p}} , \qquad (4.23)$$

$$q''_p = \frac{G''_p}{l''_{y,p}} , \qquad (4.24)$$

где G'_p, G''_p – вес вращающихся частей роликов соответственно на грузовой и порожняковой ветвях, Н, принимают на основе конструкторской проработки; $l'_{y,p}$, $l''_{y,p}$ – шаг установки роликов соответственно на грузовой и порожняковой ветвях, м.

4.4.4. Вес I м длины ленточного рабочего органа принимают (см. таблицы 4.4 и 4.5).

Вес I м длины скребкового рабочего органа ориентировочно принимается из выражения

$$q_0 = \frac{10^3 K_q E}{L_в} , \qquad (4.25)$$

где K_q – эмпирический коэффициент, принимается в пределах от 0,55 до 0,7.

Вес I м длины пластинчатого рабочего органа ориентировочно

$$q_0 = \frac{10^3 E}{L_в} K_в , \qquad (4.26)$$

где $K_в$ – эмпирический коэффициент, принимается в пределах 0,8-I,2

4.4.5. Коэффициент сопротивления движению груза для скребковых бункеров принимается по номограмме (рис.4.3) в зависимости от ширины и высоты желоба, высоты скребка.

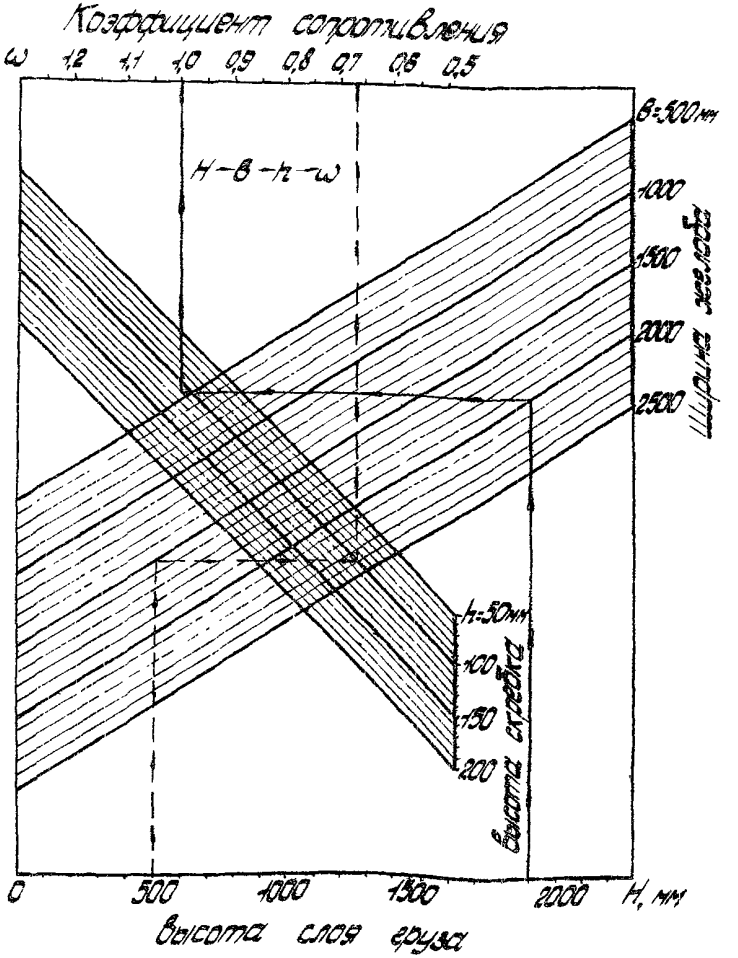


Рис. 4.3. Номограмма по определению коэффициента сопротивления движению груза в скребковом бункере с неподвижными бортами

Номограмма построена для угла внутреннего трения $\varphi = 30^0$ и коэффициента трения груза о борта и днище $f_1 = f_2 = 0,5$. Для других значений φ и $f_1(f_2)$ даются поправочные коэффициенты (таблицы 4.6 и 4.7), с учетом которых коэффициент сопротивления движению груза:

$$\omega = \omega_н \cdot K'_\varphi \cdot K'_f \qquad (4.27)$$

где $\omega_н$ – коэффициент сопротивления движению груза, определенный по номограмме.

Таблица 4.6

Значения поправочного коэффициента K'_φ

φ, град	24	26	28	30	32	34	36	38	40
K'_φ	I,08	I,035	I,0I	I	0,99	0,985	0,98	0,975	0,97

Таблица 4.7

Значения поправочного коэффициента K'_f

$f_1(f_2)$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
K'_f	0,6	0,8	I	I,2	I,6

4.4.6. Коэффициент сопротивления движению груза для бункеров со сплошным рабочим органом

$$\omega = \frac{H}{\cos\alpha_p}\,\frac{(\sin\alpha_p + f\cos^2\alpha_p)\,f_1}{B + H\operatorname{tg}\alpha_p} \qquad (4.28)$$

4.4.7. Коэффициент сопротивления движению рабочего органа следует принимать: для скребковых бункеров $\omega' = 0,3 \div 0,4$; для ленточных бункеров $\omega' = 0,04 \div 0,05$; для пластинчатых бункеров $\omega' = 0,025 \div 0,03$.

4.4.8. С учетом места установки привода натяжения S_1, S_2, S_3, S_4 в точках контура рабочего органа определяются для различных схем установки привода (рис.4.4) по формулам табл.4.8 [27].

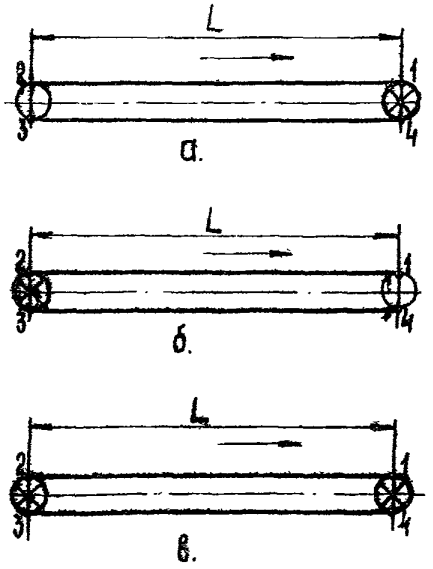


Рис. 4.4. Схемы установки приводов в конвейерных бункерах

Таблица 4.8

Расчетные натяжения тягового органа в контурных точках

Вариант установки привода	Схема "а"	Схема "б"	Схема "в"
Натяжения в контурных точках	$S_1 = K_1K_2W_n + W_г$ $S_2 = K_1K_2 \cdot W_n$ $S_3 = K_2W_n$ $S_4 = 0$	$S_1 = W_г$ $S_2 = 0$ $S_3 = K_1W_г + K_2W_n$ $S_4 = K_1W_г$	$S_1 = W_г$ $S_2 = 0$ $S_3 = K_2W_n$ $S_4 = 0$

где K_1 – коэффициент сопротивления движению цепи на концевых

звездочках (барабанах), для цепных донных конвейеров K_y = I,I; для ленточных K_y = I,05; K_i – коэффициент увеличения сопротивления из-за зашибовки холостой ветви донного скребкового конвейера, принимается в пределах от I,2 до I,3.

Для ленточных донных конвейеров натяжения во всех точках контура, указанные в таблице 4.8 следует увеличить на величину предварительного натяжения

$$S_{min} = \frac{W_{сум}}{0{,}85 e^{\mu\alpha} - 1}, \qquad (4.29)$$

где $W_{сум}$ суммарные сопротивления перемещению рабочего органа и груза; $e^{\mu\alpha}$ – тяговый фактор; μ – коэффициент трения между поверхностью барабана и лентой, μ =0,2 – без футеровки барабана, μ = 0,3 – при наличии футеровки из негорючей резины; α -угол обхвата лентой барабана, град.

4.4.9. Необходимое тяговое усилие привода принимается равным максимальному натяжению в соответствии с табл.4.9 по формуле

$$W_0 = max\,(S_i^{расч}). \qquad (4.30)$$

4.4.I0. При определении прочности цепного тягового органа необходимо учитывать неравномерность распределения усилий в цепях. Коэффициент $K_{н.т}$ неравномерности распределения усилий составляет для двухцепного рабочего органа I,05 ÷ I,07; для трехцепного органа – I,07 ÷ I,I0. Максимальное усилие при этом

$$S_{max} = K_{н.т} \cdot max\,(S_i^{расч}). \qquad (4.31)$$

4.4.II. При выборе тягового органа по разрывному усилию (табл.4.9) необходимо принимать коэффициенты запаса прочности не менее 2,5.

Таблица 4.9

Характеристика тяговых круглозвенных цепей

Калибр цепи	Класс прочности	Шаг цепи, мм	Ширина звена, мм		Нагрузка, кН		Масса Iм цепи, не более, кг
			внутренняя	наружная	предельная	разрушающая	
23	С	86	27	77	53	66	II,I
	Д				63	79	
24	С	86	28	79	58	72	I3,3
	Д				69	86	
26	А				59	74	
	В				64	80	
	С	92	3I	87	68	85	I5,5
	Д				8I	I00	
28	А				68	86	
	В				73	92	
	С	I00	33	93	79	98	I8,5
	Д				93	II7	
32	А				90	II2	
	В	I20	37	I03	96	I20	23,2
	С				I02	I28	
	Д				I22	I53	

4.4.I2. Мощность привода

$$N_{пр} = \frac{1{,}2 W_0 v_{max}}{102 \eta_м}, \qquad (4.32)$$

где $\eta_м$ – КПД передаточного механизма привода рассчитывается в соответствии с принятой кинематической схемой; I,2 – коэффициент запаса мощности.

4.5. Определение параметров бункеров с движущимися бортами

4.5.I. Размеры поперечного сечения грузовмещающего желоба ус-

танавливаются путем конструкторской проработки из условия вписывания принятой схемы бункера в допустимые габаритные размеры при максимальном полезном использовании площади поперечного сечения и при соблюдении следующих соотношений ширины и высоты желоба:

для скребковых бункеров $\frac{B}{H}$ - в пределах 0,3 - 0,7; для ленточных и пластинчатых бункеров

$$\frac{B'+B}{2H} \geq tg(45^\circ - \varphi/2), \qquad (4.33)$$

где B' - ширина желоба в верхней части.

4.5.2. Рекомендуется комбинированная форма поперечного сечения желоба, причем угол α_p наклона бортов к вертикали в нижней части следует принимать менее 40°.

4.5.3. При выборе конструктивных параметров рабочего органа скребковых бункеров с движущимися бортами за базовый параметр принимается высота скребка в пределах 150-250 мм.

4.5.4. Шаг установки скребков определяется по двум условиям: обеспечение достаточного напорного усилия (табл.4.10)

Таблица 4.10

Значение шага установки скребков из условия обеспечения достаточного напорного усилия, м

Высота слоя груза, м	Ширина желоба в нижней части, м	При высоте скребка, мм		
		150	200	250
1,0	1,0	1,00	1,25	1,50
1,5	1,1	1,42	1,78	2,14
2,0	1,2	1,72	2,15	2,58

обеспечение требуемого коэффициента заполнения (рис.4.5).

Окончательно принимается меньшее его значение.

4.5.5. Выбор конструктивных параметров донного конвейера ленточных бункеров производится в соответствии с п.п. 4.2.6-4.2.8.

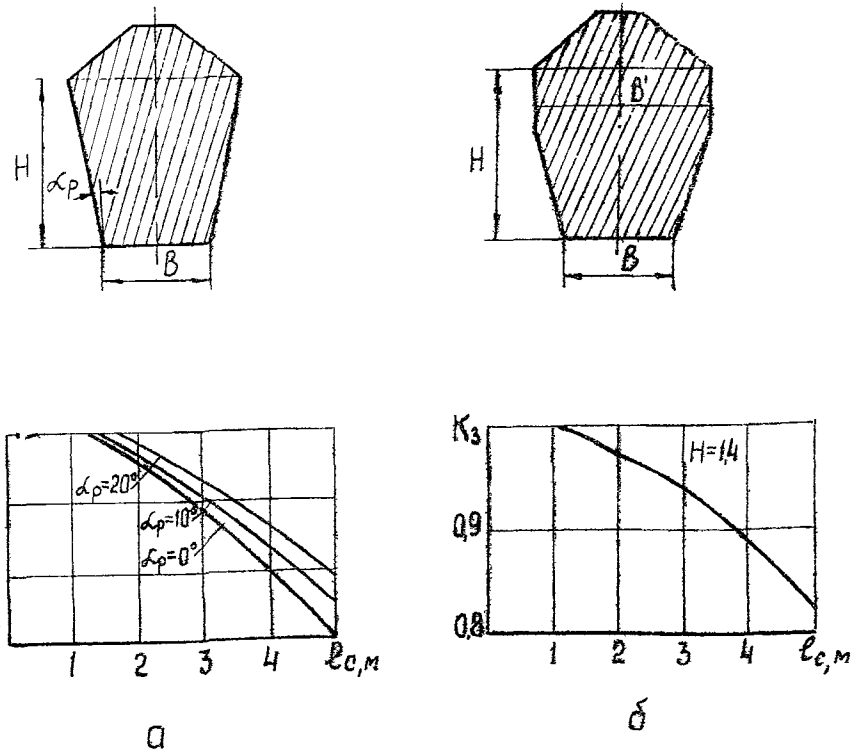


Рис.4.5. Графики зависимости коэффициента заполнения грузовмещающего желоба от шага установки скребков с трапециевидной (а) и комбинированной (б) формами поперечного сечения

4.5.6. Выбор режимных параметров бункеров с движущимися бортами производится аналогично конвейерным бункерам согласно подразделу 4.3.

4.5.7. Для скребкового бункера максимальное значение скорости

$$v'_{max} = v^3_{max} K_c, \qquad (4.34)$$

где v^3_{max} - скорость, определенная в зависимости от режима работы

по выражению (4.7); K_ℓ – коэффициент, учитывающий влияние шага установки скребков (табл.4.11).

Таблица 4.11

Поправочный коэффициент K_ℓ

Шаг установки скребков, м	1	1,5	2	2,5
Коэффициент K_ℓ	1	1,06	1,2	1,25

4.5.8. Сопротивления перемещению порожняковой $W_п$, грузовой $W_г$ ветвей донного конвейера и грузовмещающего желоба $W_ж$ при горизонтальной установке определяются по формулам:

для ленточного бункера

$$W_п = L_б \cdot \omega'(q_0 + q''_р), \qquad (4.35)$$

$$W_г = L_б \omega'(\gamma g H B + q_0 + q'_р) \qquad (4.36)$$

$$W_ж = L_б \omega''[q_ж + \gamma g H^2 (n_б \cos^2\alpha_р + \sin^2\alpha_р) tg\alpha_р]; \qquad (4.37)$$

для пластинчатого бункера

$$W_п = L_б \cdot q_0 \omega' \qquad (4.38)$$

$$W_г = L_б \omega'(\gamma g H B + q_0); \qquad (4.39)$$

$$W_ж = L_б \omega''[q_ж + \gamma g H^2 (n_б \cos^2\alpha_р + \sin^2\alpha_р) tg\alpha_р], \qquad (4.40)$$

где $q_ж$ – вес 1 м длины грузовмещающего желоба (Н/м), определяется на основании конструкторской проработки; ω'' – коэффициент сопротивления движению желоба, принимается в пределах 0,01–0,015.

4.5.9. Сопротивления перемещению тяговой цепи $W_ц$, груза и грузовмещающего желоба $W_ж$ в скребковом бункере с движущимися бортами определяются по формулам:

$$W_ц = 3' L_б \omega' q_ц \qquad (4.41)$$

$$W_г = L_б q \omega \qquad (4.42)$$

$$W_ж = L_б \omega''(q_ц + q_ж), \qquad (4.43)$$

где $q_ц = m_ц g$ – вес 1 м длины тягового органа Н/м;

где $m_ц$ – масса 1 м длины цепи кг, определяется по табл.4.9.

4.5.10. Коэффициент ω' сопротивления движению рабочего органа следует принимать:

для скребковых бункеров – $\omega' = 0{,}3 \div 0{,}4$;

для ленточных бункеров – $\omega' = 0{,}04 \div 0{,}05$;

для пластинчатых бункеров – $\omega' = 0{,}025 \div 0{,}030$

4.5.11. Коэффициент сопротивления движению для скребкового бункера определяется по номограмме (рис.4.6) в зависимости от ширины, общей высоты и высоты прямоугольной части желоба. Номограмма построена для коэффициента трения значения $\omega^к = 0{,}015$, коэффициента трения груза о борта f_1 и днище f_2, равных 0,5, угла наклона бортов в нижней части к вертикали $\alpha_р = 40^0$. Для других значений $\omega^к, f_1, f_2$ даются поправочные коэффициенты в табл. 4.12 и 4.13, с учетом которых коэффициент сопротивления движению груза определяется по формуле

$$\omega = \omega_н K_f K_{\omega^к}, \qquad (4.44)$$

где $\omega_н$ – коэффициент сопротивления движению груза, определенный по номограмме.

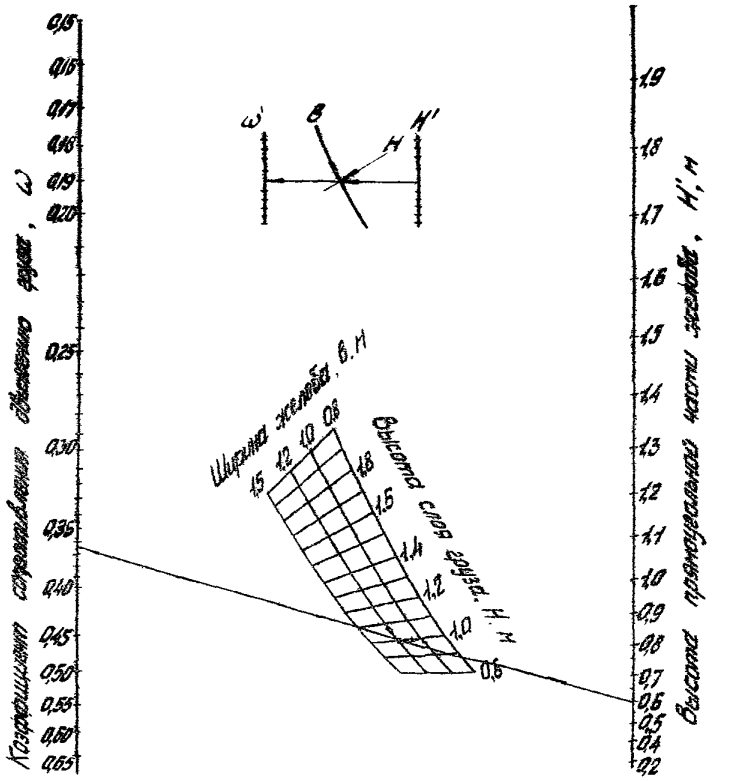


Рис.4.6. Номограмма по определению коэффициента сопротивления движению груза в скребковом бункере с подвижными бортами

Таблица 4.12

Значения поправочного коэффициента K_{ω^*}

ω^*	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04
K_{ω^*}	0,984	I	I,015	I,035	I,05	I,069	I,085

Таблица 4.13

Значения поправочного коэффициента K_f

$f_1(f_2)$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	I,0
K_f	0,605	0,804	I,0	I,2	I,39	I,59	I,98

4.5.I3. Вес перемещаемого насыпного груза, приходящийся на Iм грузовмещающего желоба, вес вращающихся частей роликов q'_p и q''_p, вес I м длины рабочего органа принимается в соответствии с п.п. 4.4.2 - 4.4.4.

4.5.I4. Для различных вариантов установки привода (рис.4.7) необходимое усилие определяется по формулам:

для схемы "а" $W_0 = K_1 W_п + W_г + W_ж$; (4.45)

для схемы "б" $W_0 = K_1 (W_г + W_ж) + W_п$; (4.46)

для схемы "в" $W_0 = W_п + W_г + W_ж + W_ц (K_1 + 0,5)$; (4.47)

для схемы "г" $W_0 = W_ц (K_1 + 0,5) + W_г + W_ж$, (4.48),

где $W_ц$ - сопротивление движению тягового органа на обводной ветви.

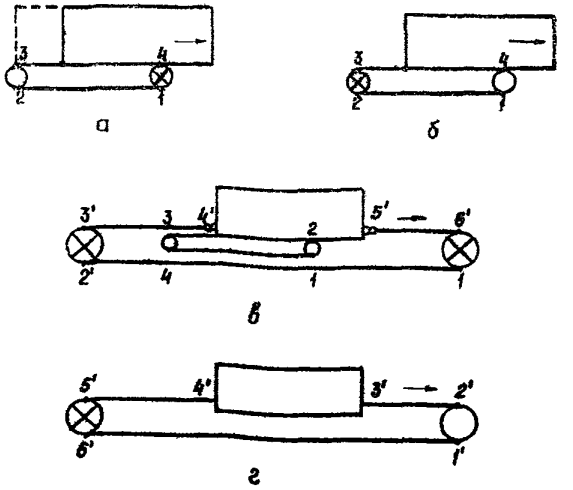


Рис.4.7. Схемы расположения привода в бункерах с движущимися бортами

4.5.15. С учетом места установки привода натяжения $S_1, S_2, S_3, S_4, S_1', S_2', S_3', S_4'$ в точках контуров определяются по формулам табл.4.14.

Таблица 4.14

Натяжение тягового и тяговонесущего органа в контурных точках

Натяжения в контурных точках	Схемы установки привода (рис.4.7)				
	"а"	"б"	"в"		"г"
			донный конвейер	тяговый контур	
$S_1 (S_1')$	0	$K_1(W_г+W_{ж})$	$K_1(W_г+W_{ж})$	0	$W_ц$
$S_2 (S_2')$	$W_г$	$K_1(W_г+W_{ж})+W_п$	$W_г+W_{ж}$	$W_ц$	$K_1 W_ц$
$S_3 (S_3')$	$K_1 W_п$	0	$K_1^2(W_г+W_{ж})+K_1 W_п$	$K W_ц$	$W_ц(K_1+0{,}25)$
$S_4 (S_4')$	$K_1 W_п+W_г+W_{ж}$	$W_г+W_{ж}$	$K_1(W_г+W_{ж})+W_п$	$W_ц(K_1+0{,}25)$	$W_ц(K_1+0{,}25)+W_г+W_{ж}$
$S_5 (S_5')$				$W_п+W_г+W_{ж}+W_ц(K_1+0{,}25)$	$W_ц(K_1+0{,}5)+W_г+W_{ж}$.
$S_6 (S_6)$				$W_п+W_г+W_{ж}+W_ц(K_1+0{,}5)$	0

Для схем "а" и "б" расположения привода при использовании ленточных донных конвейеров натяжения во всех точках контура необходимо увеличить на величину S_{min}, определяемую по формуле (4.29).

4.5.16. Коэффициенты запаса прочности тяговых и тяговонесущих органов следует принимать в соответствии с требованиями п.4.4.11.

4.5.17. Мощность привода определяется по формуле (4.32).

4.6. Расчет люковых и щелевых бункеров

4.6.1. Форма и размеры поперечного сечения грузовмещающего желоба должны определяться на основе конструкторской проработки, из условия размещения в допустимых габаритных размерах бункера и обеспечивать максимальный коэффициент полезного использования площади поперечного сечения. При этом должны соблюдаться требования: угол наклона к горизонтали стенок грузовмещающего желоба выбирается в пределах 50-60° и должен на 3-5° превышать угол внутреннего трения насыпного груза о боковые стенки бункера; ориентация плоскости выпускных отверстий или выпускной щели должна обеспечивать наиболее оптимальную компановку желоба и подбункерного конвейера в пределах допустимого сечения бункера.

4.6.2. Для люковых бункеров рекомендуется асимметричная форма поперечного сечения грузовмещающего желоба, для щелевых - симметричная и асимметричная формы.

4.6.3. Выпускные отверстия бункеров выполняют квадратными или прямоугольными. Однако при одинаковой площади отверстий квадратное лучше обеспечивает беспрепятственное высыпание груза.

4.6.4. Размеры наименьшего допустимого отверстия люковых бункеров определяют по формулам:

квадратного сечения

$$A \geq \frac{4(1+\sin\varphi)k_0'\tau_0}{\gamma\cdot g}+a' \qquad (4.49)$$

прямоугольного сечения - по формуле (3.4) в соответствии с требованиями п. 3.1.10.

Для щелевых бункеров ширина щели принимается из соотношения

$$A_щ \geq \frac{2(1+\sin\varphi)k_0'\tau_0}{\gamma\cdot g}+a' \qquad (4.50)$$

При применении вибраторов или других побудителей выгрузки значение угла внутреннего трения принимают равным $\varphi = 50^0$.

4.6.5. Размеры выпускного отверстия из расчета на требуемую пропускную способность проверяют по формулам (3.7) и (3.8) в соответствии с требованиями п. 3.I.I2.

4.6.6. Размеры отверстия истечения подбираются по условию обеспечения требуемой производительности выгрузки и должны быть не менее определенных по формулам (3.4), (4.49), (4.50).

4.6.7. В люковых и щелевых бункерах с гравитационной разгрузкой желоб рекомендуется выполнять секционным, в щелевых бункерах с принудительной выгрузкой-сплошным.

4.6.8. Для обеспечения полного освобождения люкового бункера от груза в нем необходимо предусматривать промежуточные скаты, расположенные между выпускными отверстиями.

4.6.9. Расстояние между выпускными отверстиями должно быть минимальным, при этом обеспечивается максимальный коэффициент заполнения.

4.6.I0. При выборе размеров выпускного отверстия необходимо соблюдать условие

$$Q_T = Q_0 n_{отв}, \qquad (4.5I)$$

где Q_T - производительность подбункерного конвейера; Q_0 - пропускная способность одного выпускного отверстия; $n_{отв}$ -число одновременно разгружающихся люков (отверстий).

В случае несоблюдения этого условия необходимо произвести корректировку размеров выпускного отверстия в сторону увеличения с уменьшением числа одновременно разгружающихся отверстий.

4.7. Расчет бункеров с погрузочно-разгрузочным органом лобового действия

4.7.I. В бункерах лобового действия рекомендуется применять погрузочно-разгрузочные органы с зачерпывающими лапами или двумя подгребающими винтами-шнеками, которые отличаются компактностью и высокой производительностью.

Погрузочно-разгрузочные органы с зачерпывающими лапами могут работать в комплексе с ленточным или скребковым конвейером или элеваторным погрузчиком; погрузочно-разгрузочные органы с подгребающими винтами-шнеками рекомендуется использовать в комплексе с элеваторным погрузчиком [24].

4.7.2. При применении погрузочно-разгрузочных органов с зачерпывающими лапами глубина нагребания

$$a_T = \frac{Q_i}{B_{пл} h_T n_л}, \qquad (4.52)$$

где $n_л$ - скорость вращения диска, $n_л = 30 \div 45$ об/мин; $B_{пл}$ - ширина приемной плиты на 50-I00 мм меньше ширины грузовмещающего желоба в нижней части; h_T - высота слоя нагребаемого груза, для крупно-кусковых грузов может быть принята равной высоте типичного куска a'; для мелкокусковых- высоте лапы; Q_i - требуемая производительность погрузочно-разгрузочного органа, м^3/мин.

Диаметр кривошипного диска погрузочного органа принимается приблизительно равным глубине нагребания.

4.7.3. Потребная производительность подгребающих винтов

$$Q_в = \frac{B_{пр} - B_к}{B_{пр}} Q', \qquad (4.53)$$

где $B_{пр}$ - общая ширина погрузочного органа; $B_к$ - ширина ковша элеватора; Q' - производительность разгрузки, м^3/мин.

4.7.4. Наружный радиус подгребающего винта

$$R = \sqrt{\frac{Q_в}{2\pi \cdot S_в \cdot n_в \cdot \psi}}, \qquad (4.54)$$

где $S_в$ - шаг винта, м; $n_в$ - скорость вращения винта, об/мин,

зависит от скорости цепи элеватора $v_э$, шага цепи $t_ц$ и числа граней звездочки z,

$$n_э = \frac{60 v_э}{t_ц \cdot z} \qquad (4.55)$$

4.7.5. Скорость перемещения рабочего органа (м/с) приемных конвейеров и элеватора определяется по формулам:

ленточного конвейера

без дополнительных бортов

$$v_{л.к} = \frac{Q_т}{\alpha_\varphi B_л^2 \gamma}; \qquad (4,56)$$

с дополнительными бортами высотой $h_ж$

$$v_{л.к} = \frac{Q_т}{0{,}9 B_л h_ж \alpha_\varphi B_л^2 \gamma}, \qquad (4.57)$$

скребкового конвейера

$$v_{ск} = \frac{Q_т}{C_\alpha B_л h_ж \gamma \psi}; \qquad (4.58)$$

элеватора

$$v_э = \frac{Q_т}{E_э \cdot \psi}, \qquad (4.59)$$

где α_φ – коэффициент, зависящий от формы ленты, рода груза и угла наклона конвейера, для лотковых лент α_φ = 5,3 ÷ 6,5; $B_л$ – ширина ленты или прямоугольного желоба, м, принимается по конструктивным соображениям; $h_ж$ – рабочая высота желоба, м; C_α = 0,6 ÷ I – коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера, большие значения для меньших углов; $E_э$ – емкость ковша элеватора, м^3; a – расстояние между ковшами, м; ψ – коэффициент заполнения ковша или рабочего пространства между скребками.

4.7.6. Общее сопротивление движению определяют по формулам:

ленточного конвейера

$$W_л = [(q + 2q_0 + q_л) L_к \omega' \cos\beta + q H_п] \kappa_ц; \qquad (4.60)$$

скребкового конвейера

$$W_с = [(q\omega_э + 2q_ц \omega') L_к \cos\beta + q H_п] \kappa_ц; \qquad (4.61)$$

элеватора

$$W_э = [(q + q_ц) L_к \omega_э'' \cos\beta + q H_п] \kappa_ц, \qquad (4.62)$$

где $H_п$ – высота подъема, м; ω' – коэффициент сопротивления, учитывающий трение между цепью и желобом скребкового конвейера, ω' = 0,25 ÷ 0,35; $\omega_э$ – коэффициент сопротивления, учитывающий трение цепи элеватора о направляющие. Для роликовых цепей $\omega_э$ = 0,I2; при отсутствии роликов $\omega_э$ = 0,25; $\kappa_ц$ – коэффициент, учитывающий сопротивление в подшипниках концевых барабанов или звездочек от перегиба ленты или цепи, $\kappa_ц$ = I,25.

4.7.7. Мощность двигателя привода с учетом мощности, необходимой для зачерпывания:

$$N = \left(\frac{W v_{max}}{1000} + \frac{K_{уз} \cdot q \cdot v_{max}}{1000}\right) \frac{1}{\eta_м}, \qquad (4.63)$$

где $K_{уз}$ – удельная работа зачерпывания в Нм/кг, $K_{уз}$ = I5 ÷ 20.

5. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫМИ БУНКЕРАМИ

5.I. Общие требования к системам управления бункерами

5.I.I. При проектировании шахтных бункеров (горных и механизированных) целесообразно предусматривать следующие два варианта

автоматизации их управления:

без регулирования производительности выгрузки бункера, при котором управление сводится к пуску (включению) его загрузочных и разгрузочных механизмов в зависимости от уровня заполнения или опорожнения емкости, состояния примыкающих транспортных звеньев и загрузочно-разгрузочных механизмов самого бункера;

с автоматическим регулированием производительности выгрузки бункера, которое осуществляется по специальному алгоритму, обеспечивающему оптимизацию режимов работы системы бункеров в зависимости от состояния подземного транспортного комплекса, в который входят эти бункеры, и распределения в нем транспортируемого груза с целью повышения его функциональной надежности, эффективности работы и т.д.

Первый вариант автоматизации широко применяется на угольных шахтах в настоящее время для управления разгрузкой горных бункеров. Второй вариант надо рассматривать как перспективное направление развития систем управления подземными бункерами с оптимизацией режимов их разгрузки и предусматривать, в первую очередь, при проектировании шахт нового технического уровня.

5.I.2. Независимо от принятого варианта автоматизации должны предусматриваться два способа управления загрузочно-разгрузочными механизмами горных и механизированных бункеров:

автоматическое управление, при котором пуск и останов соответствующих загрузочных и разгрузочных механизмов бункера и регулирование режимов их работы (при необходимости) осуществляются без участия людей по управляющим командам, вырабатываемым технологическими датчиками и регуляторами с учетом установок производительности разгрузочных механизмов, задаваемых оптимизатором режимов работы системы бункеров или оператором (диспетчером) с центрального пункта управления (ЦПУ) подземным транспортом шахты, и с соблюдением требуемых защитных отключений и блокировок;

местное автоматизированное управление, при котором пуск и останов соответствующих загрузочных и разгрузочных механизмов бункера и регулирование режимов их работы (при необходимости) осуществляет оператор с местного пункта управления (МПУ), расположенного около подбункерного питателя или приемно-разгрузочной части механизированного бункера, с соблюдением требуемых защитных отключений и блокировок.

5.I.3. Нормально загрузочно-разгрузочные механизмы горных и механизированных бункеров должны работать в режиме автоматического управления, т.е. без участия людей и в их управлении. Местное автоматизированное управление является вспомогательным и вводится в действие лишь при неисправном состоянии средств автоматизации или при выполнении ремонтно-наладочных работ.

Изменение способа управления должно осуществляться путем установки в соответствующее положение специального переключателя, размещаемого на корпусе основного блока автоматизации бункера.

5.I.4. В режиме автоматического управления аппаратура автоматизации горного бункера должна выполнять следующие функции управления:

пуск механизма разгрузки (подбункерного питателя) при достижении заданного промежуточного уровня заполнения бункера и готовности подбункерного транспортного средства к приему груза;

оперативный останов механизма разгрузки при достижении заданного нижнего уровня заполнения бункера, исключающего закорачивание вентиляционной струи, или при исчезновении состояния готовности к приему груза подбункерным транспортным средством, а также при поступлении с ЦПУ или от оптимизатора режимов работы системы бункеров

сигнала запрета разгрузки данного бункера.

5.I.5. В зависимости от назначения механизированного бункера система автоматики должна в одних случаях предусматривать его работу в режиме аккумулирования горной массы при отсутствии готовности к приему груза подбункерным транспортным средством, обеспечивая нормально транзитную выдачу груза от надбункерного к подбункерному транспортному средству, минуя бункер, а в других случаях - работу его в режима сглаживания неравномерности грузопотока, выдаваемого к подбункерному транспортному средству.

5.I.6. Независимо от принятого режима работы механизированного бункера аппаратура его автоматизации должна предусматривать выполнение следующих функций управления:

пуск механизма загрузки при поступлении горной массы к бункеру и отсутствии готовности к приему груза подбункерным транспортным средством, если в бункере есть свободная емкость;

пуск механизма разгрузки при отсутствии поступления горной массы к бункеру и готовности подбункерного транспортного средства к приему груза, если бункер заполнен до заданного промежуточного уровня или полностью;

оперативный останов механизма загрузки после заполнения всей полезной емкости бункера или при прекращении поступления к нему горной массы;

оперативный останов механизма разгрузки при опорожнении всей полезной емкости бункера или отсутствии готовности к приему груза от него подбункерным транспортным средством, а также при поступлении с ЦПУ или от оптимизатора режимов работы системы бункеров сигнала запрета разгрузки данного бункера.

5.I.7. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна обеспечивать аварийный останов соответствующих загрузочно-разгрузочных механизмов бункера при:

срабатывании электрической защиты электроприводов загрузочно-разгрузочных механизмов бункера;

возникновении неисправностей в механической и гидравлической частях загрузочно-разгрузочных механизмов бункера, вызывающих нарушение нормального режима их работы или нарушающих технику безопасности;

застревании (заштыбовке) горной массы в горловине горного бункера или в разгрузочном окне подбункерного питателя, а также в месте разгрузки механизированного бункера;

превышении допустимого уровня транспортируемого материала в месте загрузки приемного конвейера из данного бункера в течение I,5 - 4,0 с;

подача человеком команды на экстренное отключение механизированного бункера с любого места по его длине и при снятии ограждений приводной и натяжной станций;

поступлении команды на отключение механизированного бункера от автоматических средств обнаружения, сигнализации и тушения пожаров.

5.2. Общие требования к сигнализации и блокировке

5.2.I. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна обеспечивать автоматическую подачу следующих сигналов:

вблизи зоны действия загрузочно-разгрузочных механизмов бункера - предупредительного звукового сигнала длительностью 5-8 с перед включением этих механизмов в работу;

на пункте управления надбункерными транспортными средствами

- непрерывного светового сигнала о готовности бункера к приему от них груза и мигающего светового сигнала об аварийном останове механизмов бункера;

на пункте управления подбункерными транспортными средствами

- непрерывного светового сигнала о готовности бункера к выдаче груза и мигающего светового сигнала об аварийном останове механизмов бункера.

5.2.2. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна предусматривать следующие виды сигнализации на МПУ:

автоматически подаваемый звуковой сигнал об экстренном и аварийном остановах загрузочно-разгрузочных механизмов бункера (только при местном автоматизированном управлении);

автоматически подаваемый мигающий световой сигнал о невыполнении управляющей команды на отключение двигателей загрузочно-разгрузочных механизмов бункера (в том числе, вследствие залипания силовых контактов контактора);

световую индикацию (автоматическую или поисковую) о причинах аварийных отключений загрузочно-разгрузочных механизмов, указанных в п.5.I.7.; неисправности загрузочно-разгрузочных механизмов должны быть детализированы с учетом специфики используемого вида механизма.

5.2.3. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна предусматривать возможность представления на ЦПУ:

автоматически подаваемых световых сигналов о рабочем состоянии загрузочно-разгрузочных механизмов бункера и о переводе загрузочно-разгрузочных механизмов бункера в режим местного автоматизированного управления, а также звукового прерывистого и светового мигающего сигнала об аварийном и экстренном отключениях загрузочно-разгрузочных механизмов бункера;

световых сигналов, выдаваемых по запросу оператора (диспетчера), о причинах аварийного останова загрузочно-разгрузочных механизмов бункера по п. 5.I.7., о невыполнении управляющей команды на отключение двигателей загрузочно-разгрузочных механизмов бункера (в том числе, вследствие залипания силовых контактов контактора) и о неисправном состоянии предупредительной сигнализации механизированного бункера.

Выполнение требований настоящего пункта в режиме местного автоматизированного управления загрузочно-разгрузочными механизмами бункера не обязательно.

5.2.4. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров, входящих в транспортную систему с оптимизированным управлением, кроме того, должна предусматривать возможность выдачи на ЦПУ по запросу оператора (диспетчера) контрольных сигналов о количестве горной массы, находящейся в бункере (степени заполнения бункера), и о заданной уставке производительности его разгрузочного механизма.

5.2.5. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна предусматривать блокировки, исключающие возможность включения:

механизированного бункера - без подачи в его зоне предупредительного звукового сигнала установленной длительности, при обрыве или коротком замыкании цепей экстренного отключения с любого места по его длине, при открытом состоянии ограждений его приводных, натяжных и концевых станций, которые могут быть сняты в процессе чистки;

разгрузочного механизма бункера - при превышении допустимого уровня транспортируемого материала в месте загрузки подбункерного транспортного средства (приемного конвейера) из данного бункера в течение I,5 - 4,0 с;

загрузочно-разгрузочных механизмов бункера - после их аварийных отключений до момента ручной деблокировки на месте;

надбункерного транспортного средства - при отсутствии свободного места в бункере для приема груза или неисправности её загрузочно-разгрузочных механизмов, а также при отсутствии готовности подбункерного транспортного средства к приему транзитно выдаваемого груза.

6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ

6.I. Меры безопасности при строительстве горных бункеров

6.I.I. Горные бункеры должны закладываться, как правило, в крепких тектонически ненарушенных породах по возможности в зонах, не подверженных влиянию очистных работ.

Расстояние бункера от стволов, машинных камер и других ответственных горных выработок и сооружений не должно ослаблять породного массива между бункером и этими объектами.

6.I.2. До начала строительства непосредственно бункера должно быть закончено сооружение горных выработок на уровне верхней и нижней его отметок и обеспечено их проветривание за счет общешахтной депрессии.

Верхняя и нижняя части строящегося бункера должны ограждаться металлической решеткой высотой не менее 2,5 м с ячейками не более 20 х 20 см. Для прохода людей устанавливаются решетчатые двери, на которых вывешивается предупредительный плакат с надписью "ВНИМАНИЕ" Вертикальная (крутонаклонная) выработка. Посторонним вход воспрещен!"

6.I.3. Для обеспечения проветривания бункера за счет общешахтной депрессии в период строительства в его сечении вдоль оси на всю высоту должна быть пробурена скважина. Диаметр скважины определяется по расчету потребного количества воздуха и должен быть не менее 200 мм. Скорость воздушной струи по скважине должна быть не менее 0,25 м/с. Верхняя часть скважины должна быть закрыта решеткой с ячейками не более 4 х 4 см.

Запрещается использование этой скважины для других целей (транспортирования отбитой горной массы, прокладки коммуникаций и прочее). При необходимости для этих целей должна буриться отдельная скважина. Выработка в нижней части бункера в этом случае должна быть оборудована средствами для транспортирования горной массы.

При бурении дополнительной скважины для транспортирования отбитой горной массы она должна располагаться по оси бункера, а вентиляционная - параллельно ей, ближе к периферии. В бункерах большого сечения рекомендуется бурить две вентиляционные скважины у противоположных стенок бункера.

6.I.4. При завершении проходки бункера, соединяющего выработки со свежей и исходящей струей воздуха, должны быть приняты меры, исключающие закорачивание струи через бункер.

6.I.5. Крепление бункеров, проведенных в неустойчивых породах, должно вестись вслед за проходкой. При проведении бункеров малой высоты в устойчивых породах крепление можно производить снизу вверх после полного завершения проходки.

6.I.6. Допустимое отставание временной крепи от постоянной зависит от прочности боковых пород и во всех случаях не должно быть более 2 м. Пустоты за крепью должны быть заложены негорючими материалами.

6.I.7. Буровзрывные работы должны вестись с учетом максимального сохранения целостности массива пород.

6.I.8. По окончании проходки верхняя часть бункера должна

перекрываться с оставлением проемов для загрузки и проветривания. Проемы для проветривания размером не менее 0,6 х 0,6 м располагаются по обе стороны от загрузочного проема у стенок бункера и перекрываются надежной металлической решеткой с ячейками 5 х 5 см.

6.2. Эксплуатация горных бункеров

6.2.1. Эксплуатация горных бункеров должна, как правило, осуществляться без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

6.2.2. С целью снижения износа днища и исключения замыкания вентиляционной струи через бункер в нем постоянно должен находиться герметизирующий слой материала, высота которого определяется опытным путем и лежит в пределах 2-4 м.

6.2.3. При бункеровании газоносных углей в исходящей из бункера струе воздуха в 15 м от места его загрузки должен устанавливаться датчик метана, отключающий загрузочные устройства в случае наличия метана свыше допустимых норм.

6.2.4. Количество воздуха, подлежащего отсосу из бункеров с углем, выделяющим метан, определяется по формуле

$$Q = \alpha_0 \frac{Q_T (P_{T4} - P_T)}{Q_M}, \qquad (6.1)$$

где α_0 - остаточная метанообильность отбитого угля в зоне выемки, м^3/т (рассчитывается по п. 3.1 "Дополнений к "Руководству по проектированию вентиляции угольных шахт". - М.: Недра, (1981); Q_T - производительность конвейера, заполняющего бункер, т/ч; P_{T4} - выделение метана из угля в процентах от максимального за время с момента добычи до конца загрузки при минимальном времени загрузки (принимается по табл.6.1); P_T - выделение метана в процентах от максимального за время с момента добычи до начала загрузки (принимается по табл.6.1); Q_M - допустимая концентрация метана, % (Q_M = 2 %).

Таблица 6.1

Выделение метана из угля за время после отбойки

Время с момента отбойки, ч	Выделение метана, %	Время с момента отбойки, ч	Выделение метана, %	Время с момента отбойки, ч	Выделение метана, %	Время с момента отбойки, ч	Выделение метана, %
I	61	5	67	9	70	16	75
2	63	6	68	10	71	18	76
3	64	7	69	12	73	20	78
4	65	8	70	14	74	24	79

6.2.5. Со стороны поступающей струи к загрузочному проему бункера на расстояние 5 м должен быть подведен противопожарный трубопровод диаметром не менее 100 мм с задвижкой и полугайкой для подключения гибкого рукава. Там же в специальном ящике должен храниться гибкий рукав с полугайкой и стволом. В этом же месте устанавливаются два огнетушителя.

Освещение прилегающих к бункеру горных выработок должно быть выполнено по нормам, приведенным в табл. XУ.1 и XУ.2 § 470 [19].

6.2.6. Место загрузки бункера должно быть ограждено сплошным или сетчатым ограждением.

В выработках, примыкающих к местам загрузки и разгрузки бункера, с обеих сторон от них на расстоянии 5 м должны быть вывешены трафареты с надписью "бункер" [4].

6.2.7. Пункты загрузки и разгрузки и вспомогательное оборудование должны осматриваться обслуживающим персоналом ежесменно.

При осмотре пунктов загрузки и разгрузки особое внимание следует уделять источникам пылеобразования и просыпи угля на почву. Вспомогательное оборудование должно обслуживаться в соответствии с руководствами по эксплуатации на это оборудование.

6.2.8. Периодически, не реже одного раза в месяц, бункер должен осматриваться лицом технического надзора. При значительном сокращении полезного объема за счет налипания горной массы необходимо производить очистку бункера с помощью механических или пневматических средств. В исключительных случаях по письменному разрешению главного инженера шахты очистка бункеров может производиться вручную специально обученными рабочими (не менее двух человек). Очистка должна производиться в присутствии лица технического надзора после дополнительного инструктажа рабочих на месте. Рабочие, выполняющие очистку бункера, должны снабжаться специальными приспособлениями: предохранительными поясами ПШ-2, автоматическими предохранительными устройствами АПУ и т.п. Предохранительные пояса должны быть испытаны и промаркированы.

Зачистку остатков угля в бункерах разрешается производить только сверху вниз. Спуск рабочих в бункер на глубину более I м от верхнего уровня материала не допускается.

6.2.9. Для осмотра, очистки и производства текущих ремонтов верхние перекрытия горных бункеров должны иметь люки с возможностью установки подъемников, оборудованных рабочими полками или подъемными сосудами.

6.2.IO. Перед спуском рабочего в бункер лицо, отвечающее за безопасность работ при зачистке, обязано: замерить концентрацию метана в бункере, работать в бункере при содержании метана 2 % и более запрещается; до спуска рабочего в бункер снять напряжение загрузочно-разгрузочных механизмов, проверить пробным включением отсутствие напряжения и вывесить плакаты "Не включать, в бункере люди!" Плакаты могут быть сняты после выхода всех людей из бункера и только по указанию лица, ответственного за очистку бункера.

6.2.II. Спуск людей в бункер для ремонта крепи, ремонта или замены загрузочных устройств, спиральных или каскадных спусков, а также производства других работ допускается только по специально разработанным и утвержденным мероприятиям (технологическим картам).

6.2.I2. При замене футеровки спиральных спусков следует стремиться к одновременной её замене на возможно больших участках. Это снижает количество переходов от изношенной футеровки к новой и увеличивает срок её службы.

6.2.I3. Капитальный ремонт бункера должен выполняться по специальному проекту, утвержденному главным инженером шахты.

6.2.I4. Рядовые угли не должны находиться в горном бункере более 24 часов, а материалы с глинистыми примесями - более 8 часов.

6.2.I5. Зависание материала в бункере допускается ликвидировать механическим, гидравлическим или пневматическим устройствами. Ручная ликвидация зависаний может производиться только по письменному разрешению главного инженера шахты.

6.2.I6. В горных бункерах должен осуществляться контроль верхнего и нижнего уровней заполнения. Число дополнительных промежуточных уровней контроля заполнения бункера определяется, исходя из принятой системы автоматизированного контроля и управления бункерами.

6.3. Монтаж и наладка механизированных бункеров

6.3.I. Монтаж механизированных бункеров производится в соответствии с утвержденным проектом установки, разработанным на основании руководства по эксплуатации бункера и Правил безопасности [I8].

6.3.2. Проект должен содержать: выкопировку из плана горных работ с указанием места установки, краткое описание конструкции, принципиальную электрическую схему и схему электроснабжения, привязку бункера к сопрягаемому оборудованию с соблюдением необходимых зазоров, сечение и длину выработки, места расширения (в случае

необходимости), организацию спуска бункера в шахту, монтажа и эксплуатации его, и меры безопасности при производстве монтажных работ и эксплуатации.

6.3.3. Перед спуском в шахту рекомендуется производить контрольную сборку бункера для опробования его в работе, ознакомления и обучения обслуживающего персонала с особенностями монтажа и приемами управления бункером. На поверхности следует проверять работу на холостом ходу механизмов бункера и аппаратуры контроля и управления. Спуск бункера в шахту допускается только после осмотра и приемки выработки, предназначенной для монтажа, и примыкающих к ней выработок, по которым производится доставка бункера.

6.3.4. Подготовка выработки для бункера производится одновременно с монтажом на поверхности и включает: расширение выработки в необходимых местах, сооружение фундаментов, укладку брусьев, установку оборудования для производства монтажа (лебедки, электрические, гидравлические, ручные тали), монтаж средств доставки, установку светильников, удаление из выработки посторонних предметов и оборудования.

Осветительные установки должны проектироваться и размещаться в выработках в соответствии с требованиями Правил безопасности и Правил технической эксплуатации.

Для прямолинейной установки бункера в выработке должна быть намечена его ось. Маркшейдерские реперы по оси бункера должны располагаться через 10-15 м.

6.3.5. Элементы бункера при спуске в шахту должны грузиться на платформы. Все платформы должны иметь условную маркировку по месту и очередности их доставки. Мелкие детали доставляются в шахту в закрытых ящиках, которые закрепляются на платформах или укладываются в вагонетки.

6.3.6. Спуск элементов бункера по стволам и доставка до места монтажа производится в последовательности, предусмотренной графиком монтажа.

6.3.7. Разгрузка и установка секций бункера на место осуществляется талями, лебедками или крановыми балками. Грузоподъемность устройств оговаривается в проекте установки бункера.

6.3.8. Монтаж бункера с неподвижными бортами следует производить в такой последовательности: установка разгрузочной секции, сборка линейных секций с одновременной сборкой рабочего органа, установка хвостовой секции, соединение и натяжение рабочего органа. Монтаж привода выполняется одновременно с монтажом соответствующей концевой секции. После сборки бункера производится монтаж электрооборудования, устанавливаются оросительные устройства, сигнализация, средства контроля и управления.

Исправность подготавливаемой к монтажу электроаппаратуры должна проверяться при открытых крышках согласно инструкциям, прилагаемым к отдельным электроаппаратам.

6.3.9. Монтаж бункеров с движущимися бортами выполняется в следующей последовательности: сборка донного конвейера и направляющего става грузовмещающего желоба, сборка грузовмещающего желоба и привода бункера, затем сборка остального оборудования и электроаппаратуры.

6.3.10. Монтаж люковых и щелевых бункеров начинается со сборки секций грузовмещающего желоба с одновременной сборкой загрузочного и разгрузочного конвейеров. Далее производится сборка выпускных люков и затворов, гидро- и электрооборудования.

6.3.11. Перед опробованием бункера вхолостую проверяется наличие масла в редукторах и смазки в подшипниковых узлах, эмульсии

в гидромуфтах, натяжение рабочего органа. При опробовании вхолостую проверяется работа всех узлов и механизмов бункера, производится наладка средств контроля и управления. При опробовании бункера под нагрузкой загрузка осуществляется поэтапно: на 25, 50, 75 и 100 % его вместимости. Проверяется работа загрузочных и разгрузочных устройств, средств пылеподавления, защиты, сигнализации и средств автоматизации управления.

6.3.12. Требования по технике безопасности при монтаже и наладке бункеров заключаются в следующем: рабочие и лица технического надзора, занятые на монтажных работах, должны быть ознакомлены с проектом монтажа бункера;

транспортные и погрузочно-разгрузочные средства должны быть в исправном состоянии и осматриваться надзором перед их применением; стропы, прицепные устройства (петли) должны иметь паспорта.

При производстве монтажа с помощью лебедки управление ею может производиться дистанционно или с места установки лебедок, если они находятся не более чем в 10 м от места работ по монтажу. Все лебедки должны быть оборудованы средствами сигнализации. При работе с лебедками запрещается находиться в зоне действия каната; все операции по погрузке и разгрузке оборудования осуществляются под непосредственным руководством лица технического надзора;

при погрузке элементов бункера на платформы верхняя кромка их должна находиться на высоте не более 1,6 м от головки рельсов;

стропы отцеплять можно только в том случае, когда груз уложен на место и находится в устойчивом положении;

запрещается разгружать элементы оборудования опрокидыванием и "забуриванием" платформы;

монтажные работы должны производиться звеном не менее двух человек под руководством лица технического надзора.

6.4. Меры безопасности при эксплуатации механизированных бункеров

6.4.1. Эксплуатация механизированного бункера допускается только после приемки его комиссией с участием представителей горно-технической инспекции и наладочного управления. Эксплуатация бункера должна осуществляться в соответствии с руководством по эксплуатации.

6.4.2. Обслуживание и планово-предупредительный ремонт бункера организуются следующим образом: ежесуточно производятся осмотр, проверка и устранение обнаруженных неисправностей; один раз в неделю производится плановый ремонт оборудования по графику ППР; текущие ремонты проводят в сроки, предусмотренные графиком, каждый текущий ремонт заканчивается наладкой и опробованием бункера; капитальные ремонты осуществляются на рудоремонтном заводе, графики проведения которых составляет энергомеханический отдел шахты.

6.4.3. Ежемесячно инженерно-технические работники участка проверяют выполнение правил эксплуатации бункера и его техническое состояние.

6.4.4. Для организации безаварийной и безопасной эксплуатации бункера должны быть приказом по шахте назначены лица, ответственные за их состояние. К обслуживанию бункера могут быть допущены лица, обладающие необходимыми техническими знаниями и производственными навыками по обслуживанию и ремонту шахтного оборудования и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6.4.5. При эксплуатации необходимо обеспечить регулярный контроль за состоянием крепления и почвы выработки.

6.4.6. Скорость воздушной струи в выработке, в которой установлен бункер, должна исключать интенсивное пылеобразование и загазирование выработки выше норм, установленных Правилами безопасности.

6.4.7. При эксплуатации механизированного бункера должна быть предусмотрена профилактическая очистка внутренних поверхностей грузовмещающего желоба от налипшего материала. Периодичность очистки зависит от физико-механических свойств груза и устанавливается технической службой шахты.

6.4.8. Во время эксплуатации бункера, концевые секции которого установлены на фундаментных основаниях, необходимо периодически проверять затяжку фундаментных болтов.

6.4.9. Запрещается изменять конструкцию бункера, пусковой аппаратуры, средств автоматизации и защиты без согласования этих изменений в установленном порядке.

6.4.10. В выработках, где установлены бункеры, должны быть расположены два ручных огнетушителя и ящик с песком или инертной пылью вместимостью не менее 0,2 $м^3$ на расстоянии 3-5 м от концевых секций со стороны поступления струй воздуха и через каждые 50 м по длине бункера.

6.4.11. Противопожарно- оросительный трубопровод должен оборудоваться пожарными кранами, расположенными на расстоянии 10 м в обе стороны от каждой концевой станции, рядом с которыми в специальных ящиках должны храниться ствол со спрыском 19 мм и рукав диаметром 66 мм и длиной 20 м, снабженный с обоих концов соединительными головками.

6.4.12. Перед началом ремонтных работ бункер должен быть разгружен и остановлен. Пусковая аппаратура должна быть заблокирована и на ней вывешен плакат "Не включать! Работают люди". Плакат может быть снят после завершения ремонтных работ лицом, ответственным за эти работы.

6.5. Расчет экономической эффективности применения бункеров

6.5.1. Экономический эффект от применения бункеров должен определяться, исходя из выполняемых ими технологических функций.

6.5.2. Применение сглаживаемых бункеров позволяет снизить капитальные затраты на транспортное оборудование, а на действующих шахтах - увеличить пропускную способность транспортных звеньев. Аналогичный эффект достигается при применении приемных, погрузочных и дозирующих бункеров.

6.5.3. Смешивающие и разделяющие бункеры позволяют поддерживать качество угля в заданных пределах и избежать потерь, связанных с понижением цены на более зольный уголь.

6.5.4. Применение аварийных бункеров снижает или полностью устраняет влияние простоев транспортных линий на работу забоев и за счет этого дает возможность получить экономию на условно-постоянных расходах.

6.5.5. Во всех случаях расчет экономического эффекта от применения бункера необходимо выполнять для проектируемых конвейерных линий в соответствии с [14] ;

6.5.6. Годовой экономический эффект от применения сглаживающих угольных бункеров в проектируемой конвейерной линии определяется по формуле

$$Э_п = П_{к1} - П_{к2} - П_б - С_{пл}, \qquad (6.2)$$

где $П_{к1}$ и $П_{к2}$ - приведенные затраты на подбункерную конвейерную линию соответственно до и после применения бункера, руб.,

$$П_{к1} = (C_1 + E_н K_{уд}) A_р, \qquad (6.3)$$

$$П_{к_1} = (C_1 + E_н K_{уд}) A_г; \qquad (6.4)$$

C_1 и C_2 – эксплуатационные затраты на транспортирование угля подбункерной линией соответственно до и после внедрения бункера, руб/т; $K_{уд_1}$, $K_{уд_2}$ – удельные капитальные вложения на подбункерную конвейерную линию соответственно до и после внедрения бункера, руб/т; $A_г$ – проектный объем транспортируемого угля, т/год; $П_Б$ – приведенные затраты на бункер, руб.

$$П_Б = C_Б A_г + E_н (a_с + b_с E), \qquad (6.5)$$

где $C_Б$ – эксплуатационные затраты на бункер, руб/т; $a_с$ – стоимость узлов бункера, которая для данного типа бункеров не зависит от емкости, руб; $b_с$ – стоимость I м^3 линейной части бункера, руб/м^3; E – вместимость бункера, м^3; $C_{пп}$ – стоимость потерь добычи из-за отказов и переполнений бункера, руб.

Для механизированных бункеров, в которых в случае отказа или переполнения уголь может пропускаться напрямую, т.е. не происходит остановки забоя по этим причинам, $C_{пп} = 0$.

Для горных бункеров, схемы сооружения которых не обеспечивают прием груза из очистного забоя при их переполнении и отказах,

$$C_{пп} = Д_п (\beta_ш + \beta_п) C_ш, \qquad (6.6)$$

где $Д_п$ – объем потерь добычи за год из-за переполнения бункера или его отказов, т.

6.5.7. Годовой экономический эффект от применения сглаживающих (усредняющих) бункеров в действующей конвейерной линии

$$Э_г = C_1 A_{г_1} - C_2 A_{г_2} + (A_{г_2} - A_{г_1})(\beta_ш + \beta_п) \frac{C_ш}{100} - C_{пп}, \qquad (6.7)$$

где $A_{г_1}$, $A_{г_2}$ – фактический объем угля, транспортируемый подбункерной конвейерной линией соответственно до и после установки бункера, т/год; $\beta_ш$ и $\beta_п$ – доля условно-постоянных расходов в себестоимости соответственно по шахте и очистному забою, %; $C_ш$ – себестоимость угля по шахте, руб/т.

6.5.8. Экономический эффект от применения аварийных аккумулирующих бункеров

$$Э_а = (K_{г_2} - K_{г_1}) A_{г_2} \beta_ш \frac{C_ш}{100} - П_{Б_2}, \qquad (6.8)$$

где $K_{г_1}$ и $K_{г_2}$ – коэффициенты готовности конвейерной линии соответственно до и после установки бункера.

6.5.9. Экономия или убыток за счет изменения отпускной цены на уголь в результате повышения или снижения его качества

$$Э_к = A_{г_2} (Ц_{г_2} - Ц_{г_1}), \qquad (6.9)$$

где $Ц_{г_1}$ и $Ц_{г_2}$ – оптовая цена угля соответственно до и после применения бункера, руб/т.

6.5.10. Экономический эффект от применения бункера, выполняющего одновременно несколько технологических функций, определяется суммированием эффектов по каждой из функций с учетом величин вместимостей бункера, используемых для выполнения тех или иных функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алотин Л.М., Мерцалов Р.В. Методическое указание по выбору оптимальных параметров шахтной конвейерной линии с усредняющим бункером на основе метода статистических испытаний. – Караганда: КарПТИ, 1974. – 48 с.

2. Домбровский Е.Е., Зарец[illegible] З.М.,

Перский В.Д. Механизированные бункерные установки угольной промышленности Англии. - М.; НИИИН - Формтяжмаш, 1968.- 52 с.

3. Докукин А.В. Основные проблемы горной науки. - М.; Недра, 1979. - 383 с.

4. Единые требования к сигналам и знакам в подземных выработках и на шахтном транспорте угольных и сланцевых шахт. - Донецк: МакНИИ, 1981. - 66 с.

5. Зенков Р.Л. Механика насыпных грузов. - М.; Машиностроение, 1964. - 251 с.

6. Зенков Р.Л., Гриневич Г.П., Исаев В.С. Бункерные устройства. - М.: Машиностроение, 1977. - 223 с.

7. Котов М.А., Зарецкий О.М. и др. Исследование динамики внутриминутных грузопотоков из высокопроизводительных очистных забоев угольных шахт: - В сб.:"Шахтный и конвейерный транспорт". - М.: Недра, В.3. , 1977, с. 197 - 306.

8. Котов М.А., Кобулашвили Т.Л. Совершенствование методов проектирования систем конвейерного транспорта угольных шахт. - В сб.: "Конвейерный транспорт". - Киев: АН УССР, ИГТМ, 1978, с. 97 - 101.

9. Конвейеры ленточные шахтные. Методика расчета. ОСТ.12.14.130-79. - М.: 1980. - 70 с.

10. Лурье З.С. Бункерные устройства углеобогатительных и брикетных фабрик. - М.: Недра, 1972. - 207 с.

11. Мелец А.Л., Васин М.А. Измельчение угля в загрузочных комплексных околоствольных дворов. - М.: ЦНИЭИуголь, Э.И.В. 12, 1982, - 27 с.

12. Методика расчета и выбора параметров привода выравнивающих бункер-конвейеров. - М.: ИГД им. А.А.Скочинского, 1979, - 51 с.

13. Мерцалов Р.В., Син М.П. Установление шага скребков конвейерных бункеров. - В сб.: "Шахтный и карьерный транспорт". Вып. 1.- М.: Недра, 1974. - с. 237-242

14. Методика определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М.: ЦНИЭИуголь, 1979, - 121 с.

15. Основные направления технического развития угольной промышленности СССР на 1981-1985 гг. и до 1990 г. - М.: Минуглепром СССР, 1980, - 80 с.

16. Основные положения по проектированию подземного транспорта новых и действующих угольных шахт. - М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1977. - 174 с.

17. Рудничный транспорт и механизация вспомогательных работ.- Под редакцией Б.Ф. Братченко. - М.: Недра, 1978. - 423с.

18. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. - М.: Недра, 1976. - 399 с.

19. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. - М.: Недра, 1976. - 308 с.

20. Системы подземного транспорта на угольных шахтах.Под редакцией В.А. Пономаренко. - М.: Недра, 1972. - 237 с.

21. Солод Г.И. Технология производства горных машин и комплексов.- М.: МГИ, 1981, - 62 с.

22. Спиваковский А.С. Рудничный транспорт. - М.: Углетехиздат, 1953. - 624 с.

23. Справочник инженера-шахтостроителя. Том.1.- М.: Недра, 1983. - 754 с.

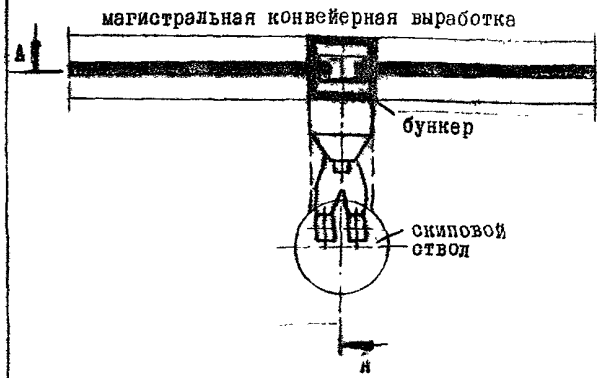
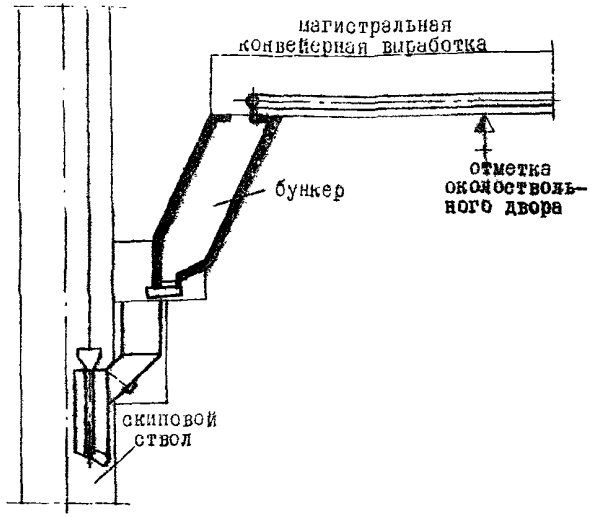
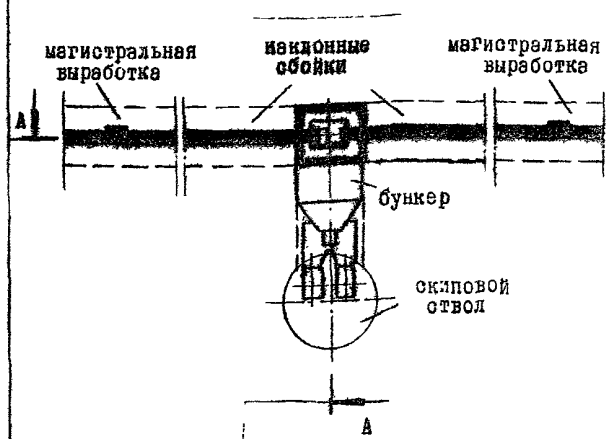
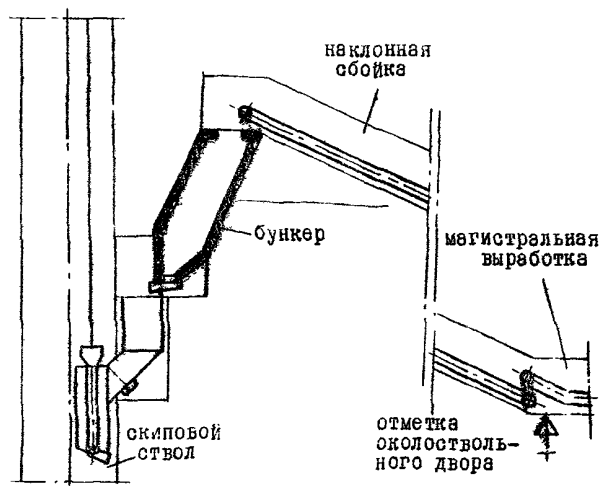
24. Стогов В.И., Плохин Д.С., Ефимов Т.П. Погрузочно-разгрузочные машины. - М.: Транспорт, 1970. - 271 с.

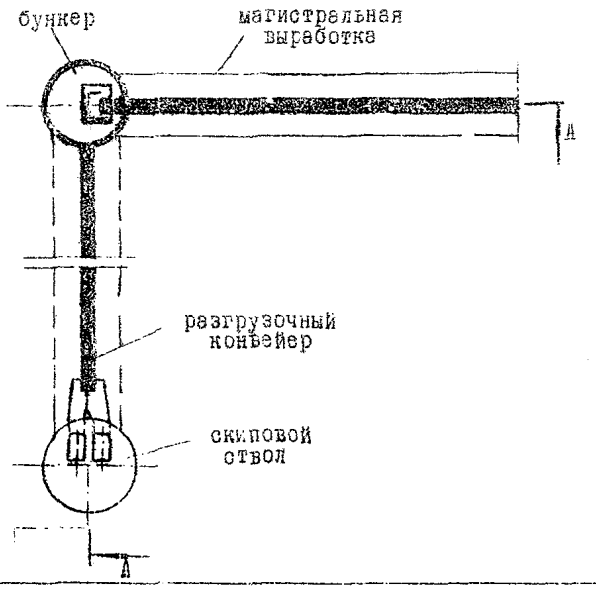
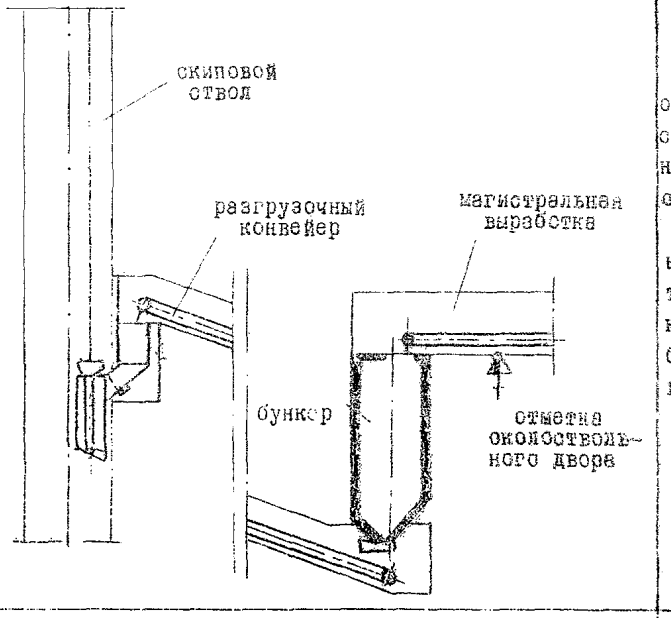
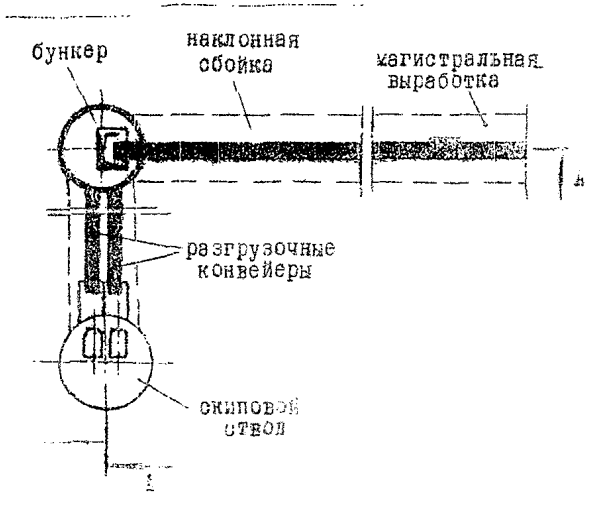
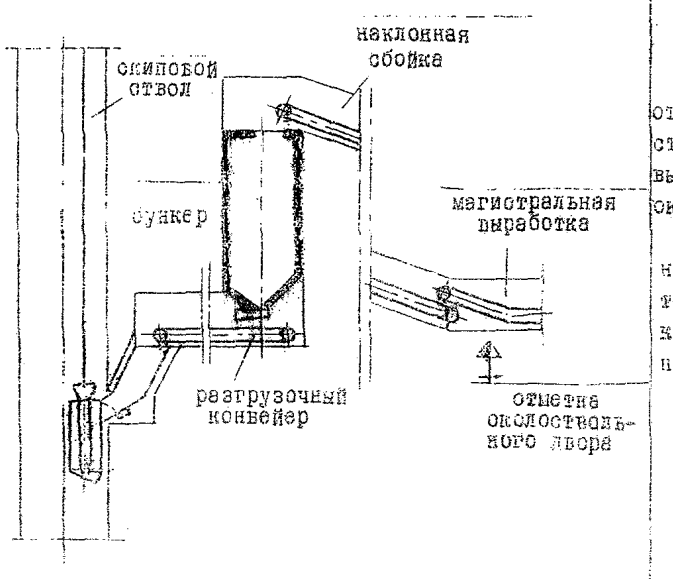
25. Строительные нормы и правила. Часть II, Глава 94. Подземные горные выработки. Нормы проектирования. СН и П II-94-80.- М.: Стройиздат, 1982. - 32 с.

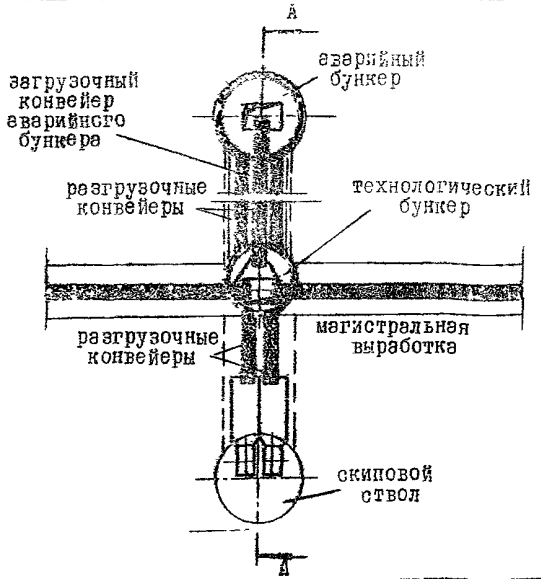
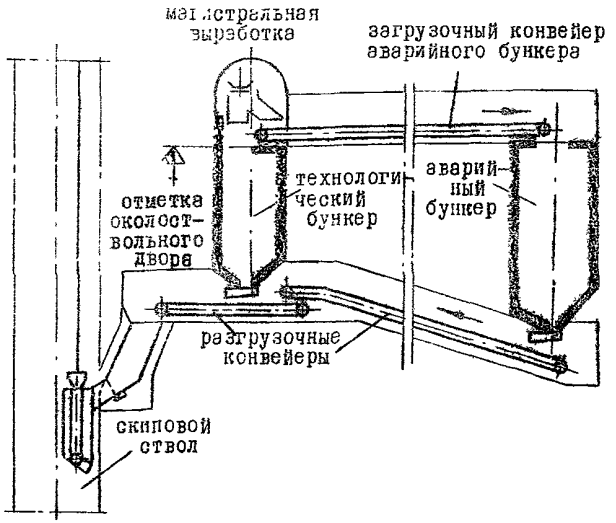
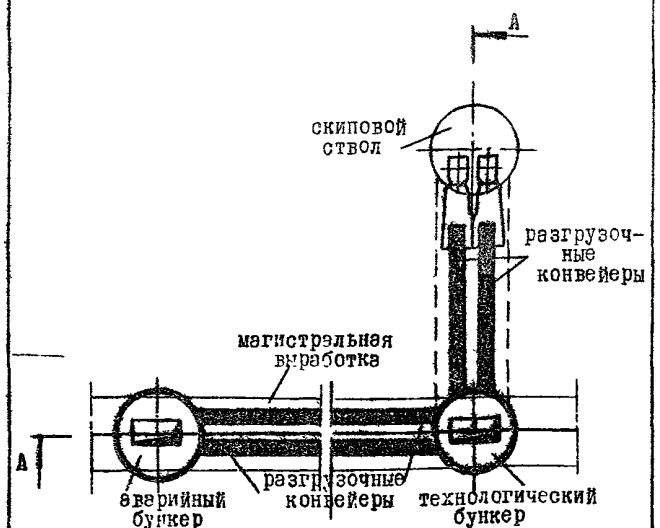
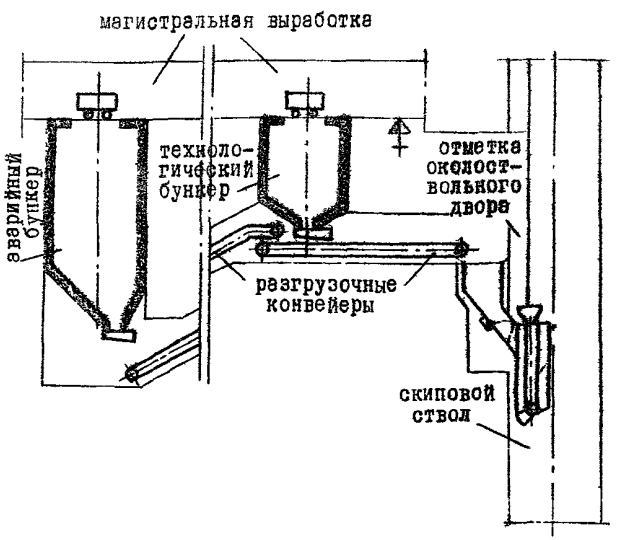
26. Сысоева В.А. Исследование процесса формирования шахтных грузопотоков и разработка методов оптимизации технологических схем и параметров подземного транспорта угольных шахт. - Автореф. докт. дис. - М.: 1974. - 27 с.

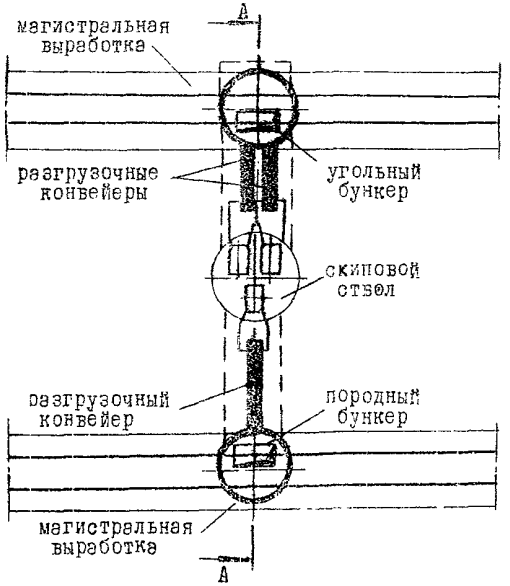
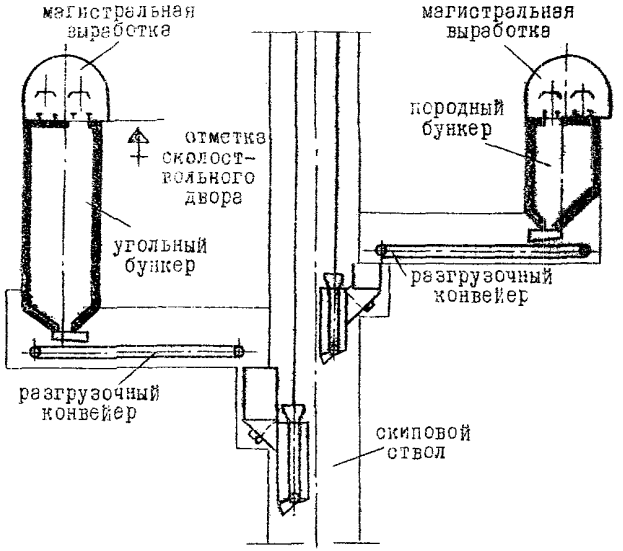
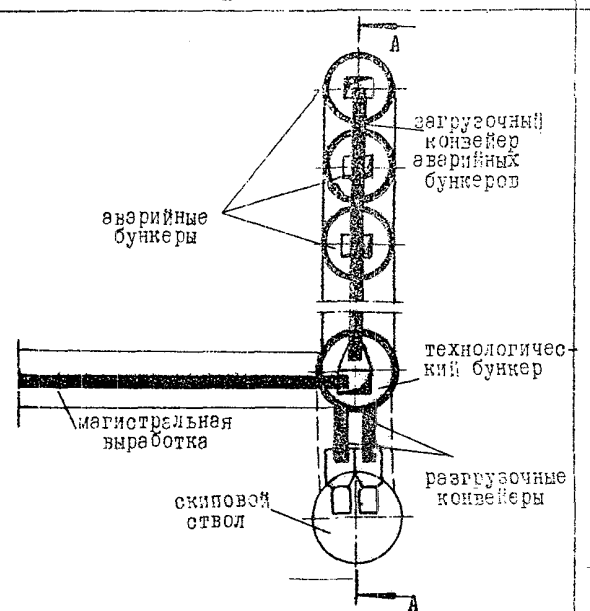
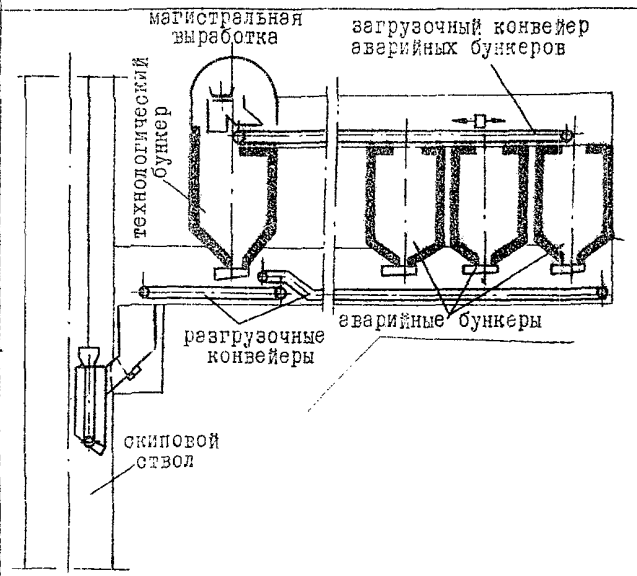
27. Шахмейстер Н.Г., Солод Г.И. Подземные конвейерные установки. - М.: Недра, 1976. - 432 с.

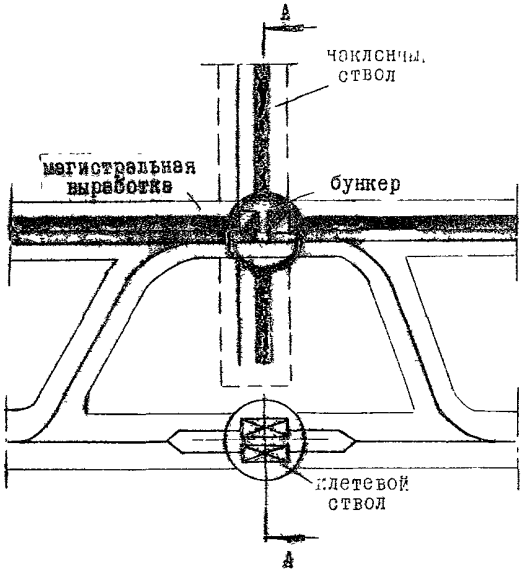
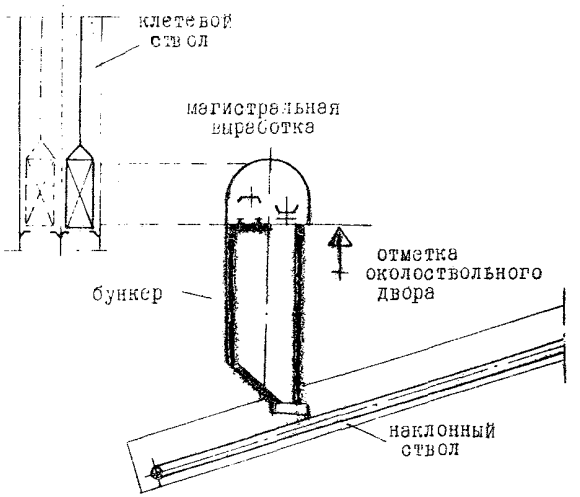
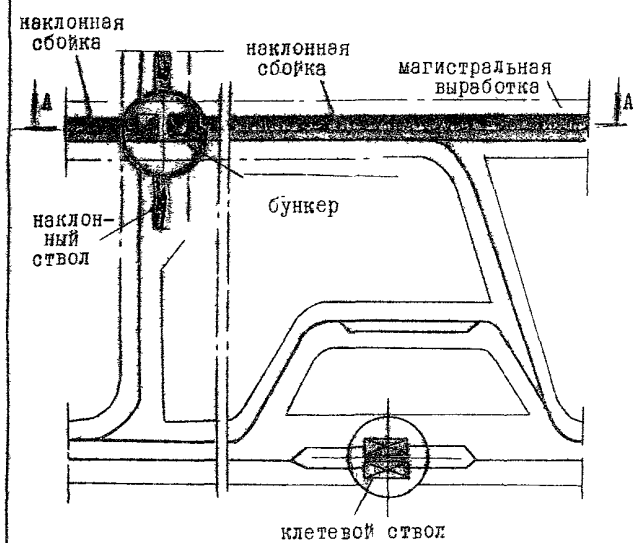
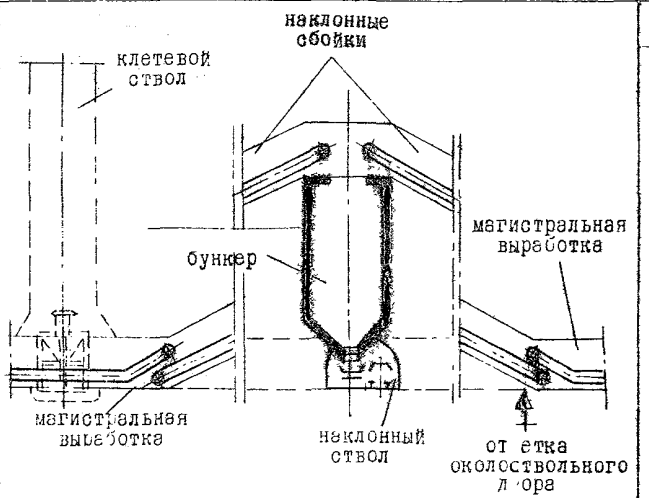
28. Майер-Функе А.Г., Фосс К.Х. Расчет и оптимальное исполнение загрузочных устройств бункеров и бункерных спиральных спусков. Глюкауф, 1984, № 24. с. 8 - 11.

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А–А	Условия применения
1	2	3	4
	ОКОЛОСТВОЛЬНЫЕ БУНКЕРЫ		
I			При сооружении бункера непосредственно у скипового ствола ниже основной отметки околоствольного двора. С углубкой ствола.
II			При сооружении бункера непосредственно у скипового ствола выше основной отметки околоствольного двора. **Без углубки ствола, но с проведением дополнительных наклонных выработок для передачи груза с отметки околоствольного двора в бункер.**

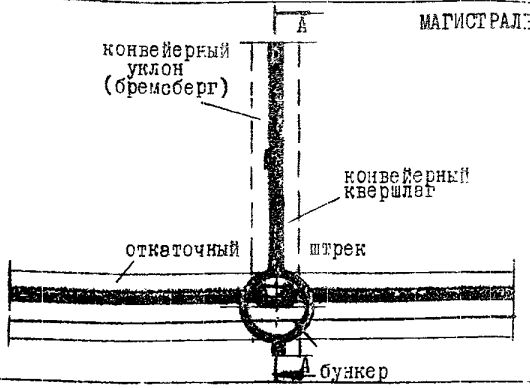
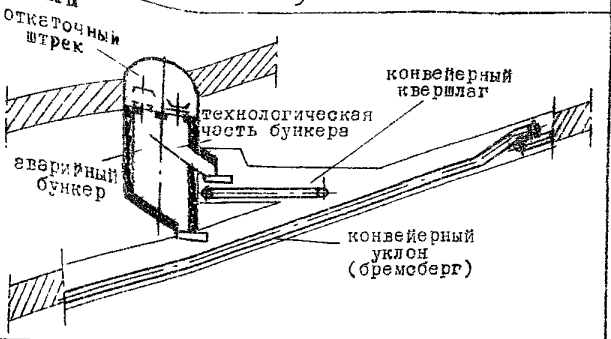
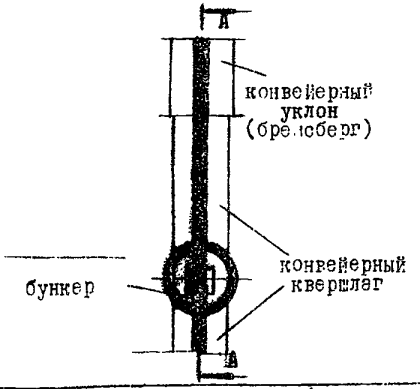
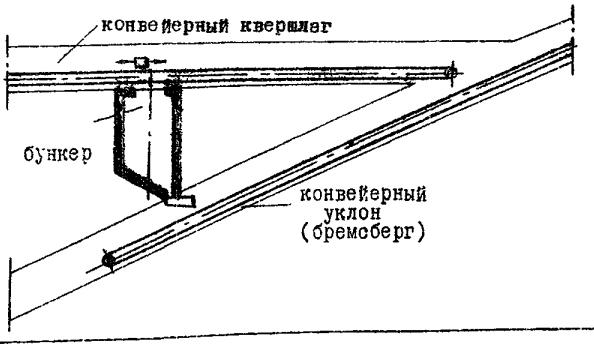
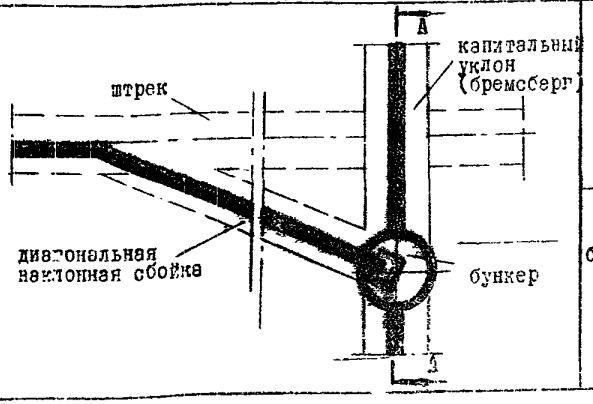
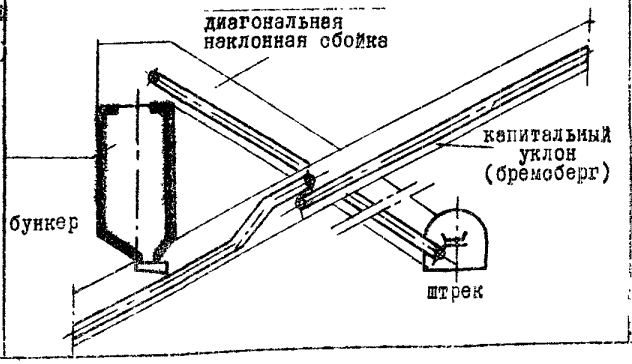
1	2	3	4
III			При сооружении бункера отнесенного от скипового ствола и расположенного ниже основной отметки околоствольного двора. Без углубки ствола, но с проведением дополнительной наклонной выработки для передачи груза из бункера в дозатор скипового подъема.
IV			При сооружении бункера, отнесенного от скипового ствола и расположенного выше основной отметки околоствольного двора. Без углубки ствола но с проведением дополнительной наклонной выработки с отметки околоствольного двора в бункер.

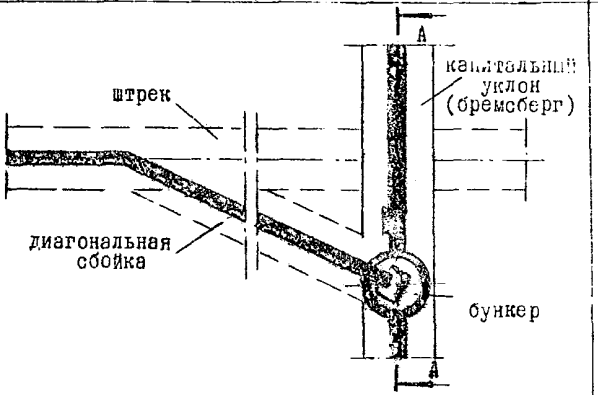
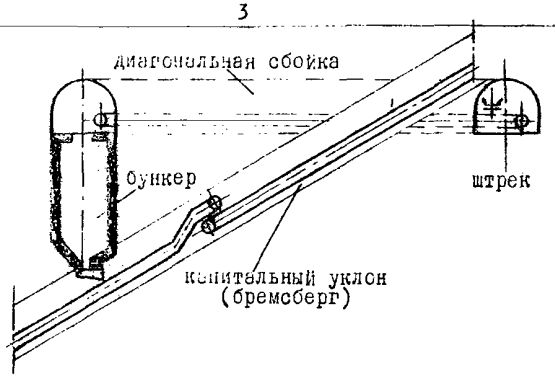
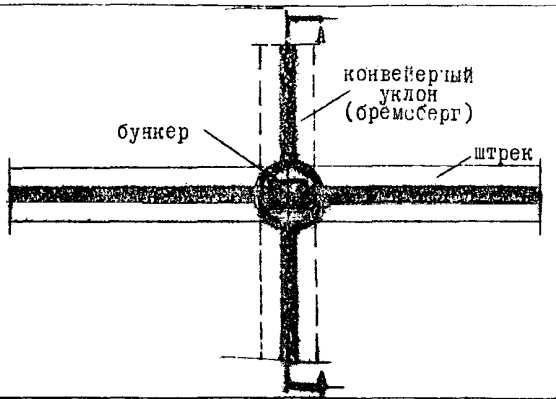
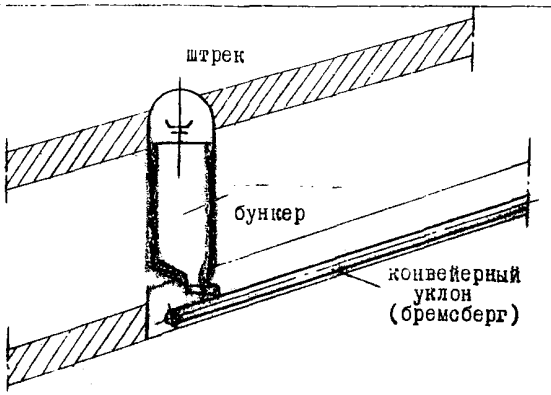
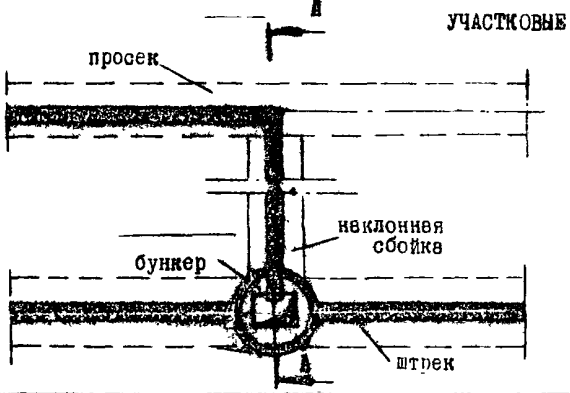
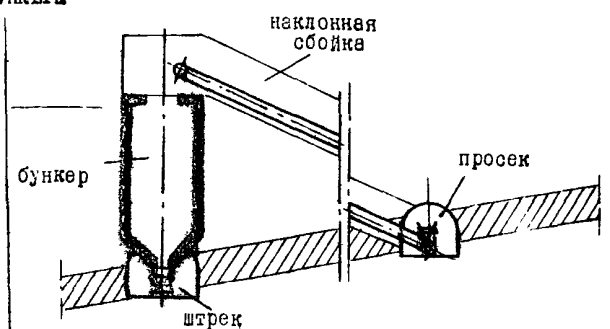
I	2	3	4
У			При сооружении у скипового ствола двух бункеров- технологического и аварийного, при конвейерном транспорте, ниже основной отметки околоствольного двора. С углубкой ствола и проведением двух выработок: горизонтальной- для передачи груза с магистральной выработки в аварийный бункер и наклонной - для передачи груза из аварийного бункера в дозатор скипового подъема.
УI			При сооружении у скипового ствола двух бункеров- технологического и аварийного, при рельсовом локомотивном транспорте, ниже основной отметки околоствольного двора. С углубкой ствола и проведением наклонной выработки для передачи груза из аварийного бункера в дозатор скипового подъема.

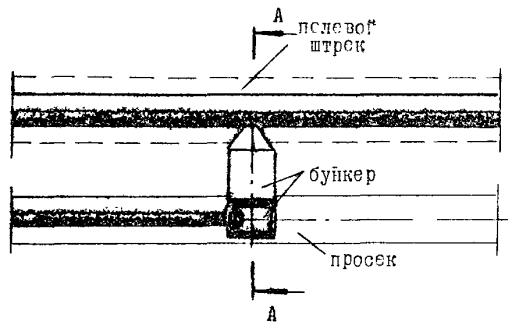
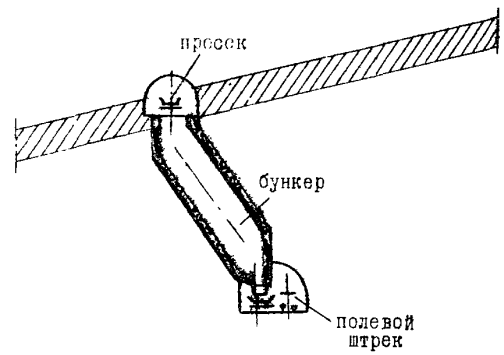
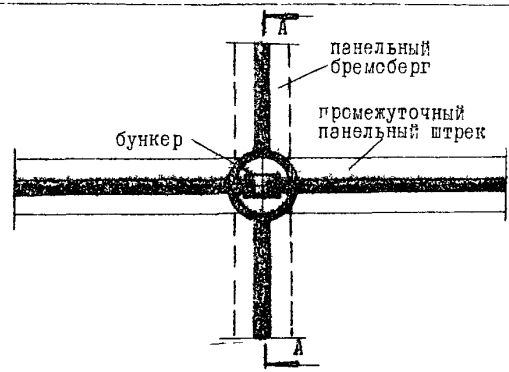
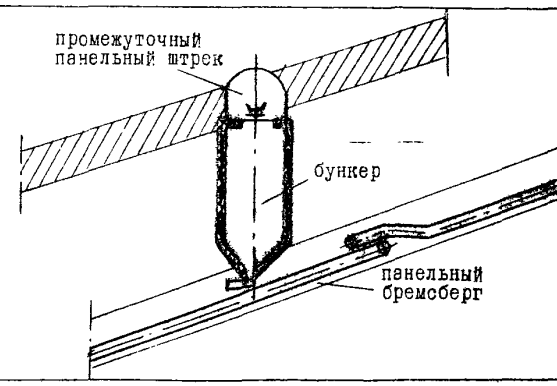
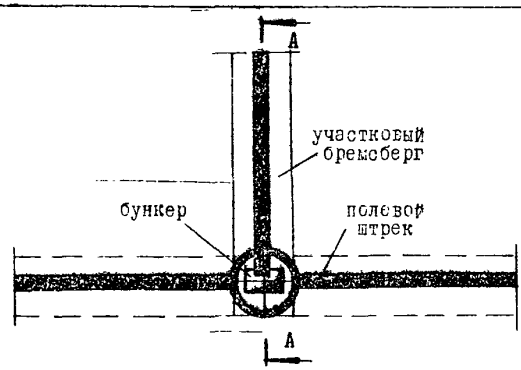
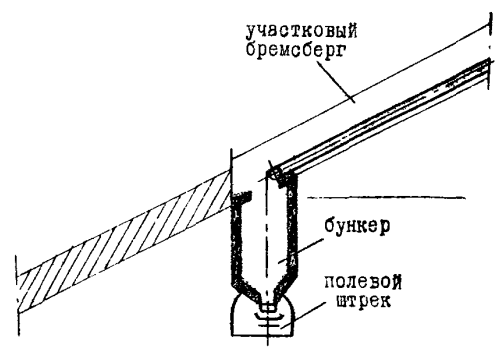
1	2	3	4
УП			При сооружении у скипового ствола двух бункеров - угольного и породного, ниже основной отметки околоствольного двора. С углубкой ствола.
УШ			При сооружении у скипового ствола технологического и группы аварийных бункеров. С проведением горизонтальной (наклонной) выработки для передачи груза с магистральной выработки в аварийные бункеры и горизонтальной (наклонной) выработки для передачи груза из аварийных бункеров в дозатор скипового подъема.

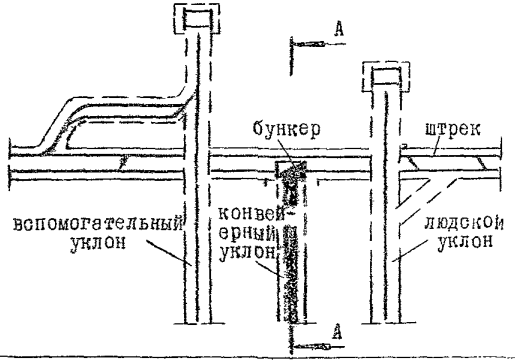
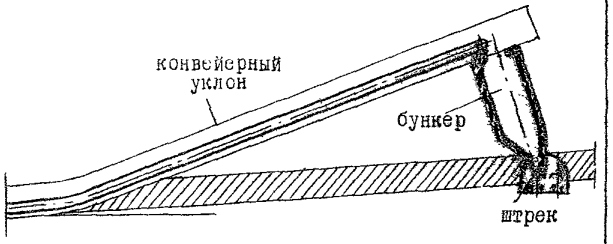
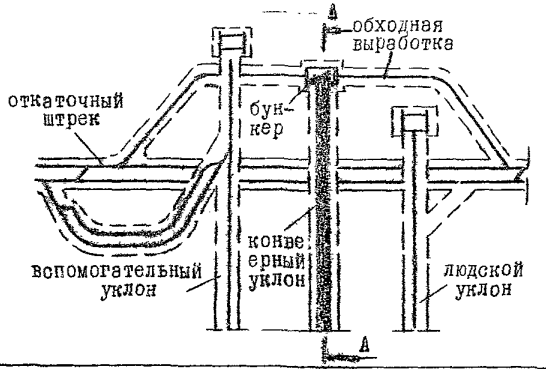
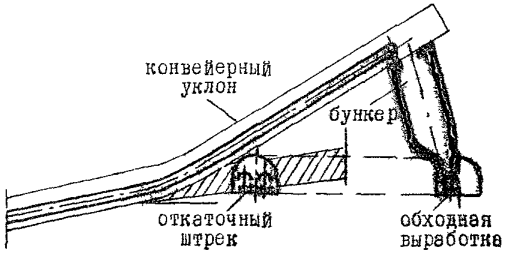
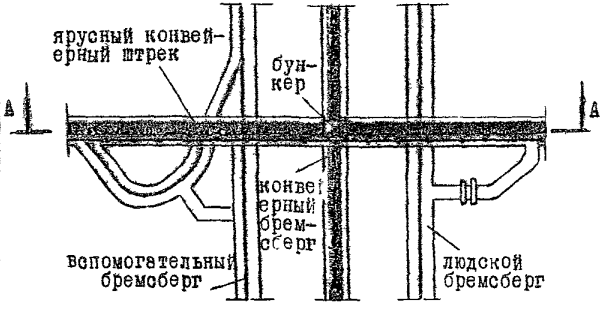
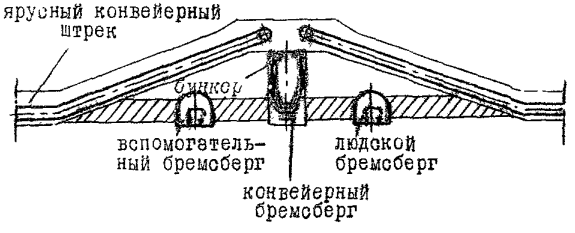
I	2	3	4
IX			При сооружении бункера ниже основной отметки околоствольного двора в местах сопряжения магистральных выработок с наклонным стволом. С углубкой ствола.
X			При сооружении бункера выше основной отметки околоствольного двора в местах сопряжения магистральных выработок с наклонным стволом. Без углубки ствола, но с проведением дополнительных наклонных выработок для передачи груза с отметки околоствольного двора в бункер.

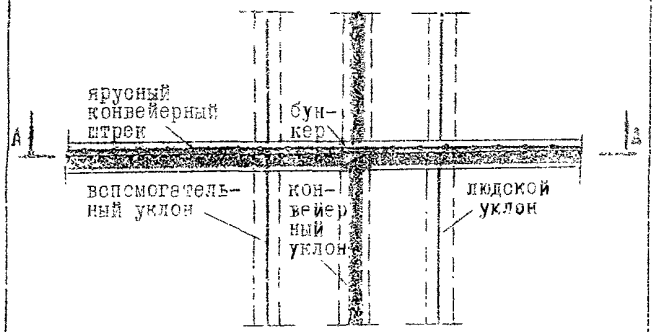
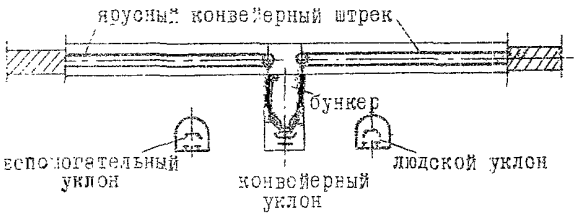
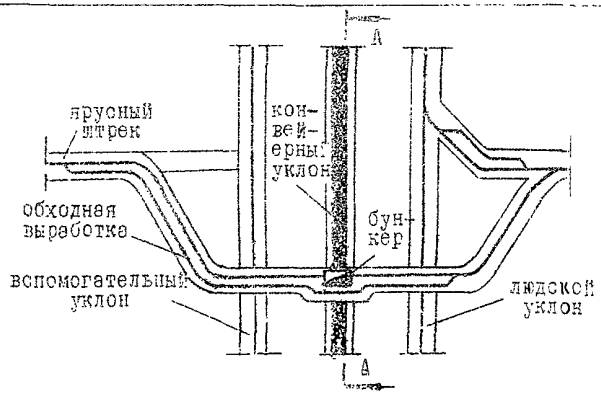
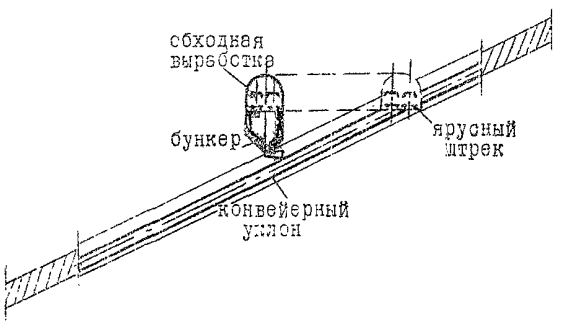
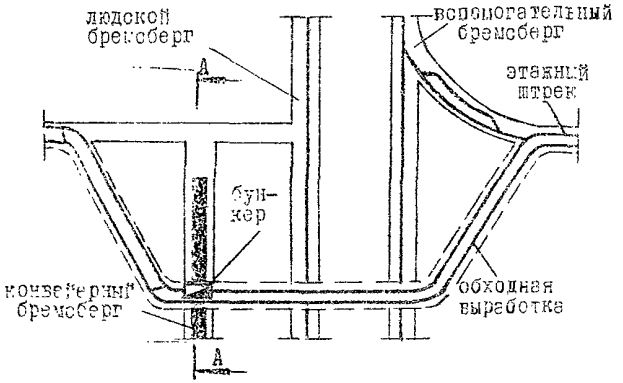
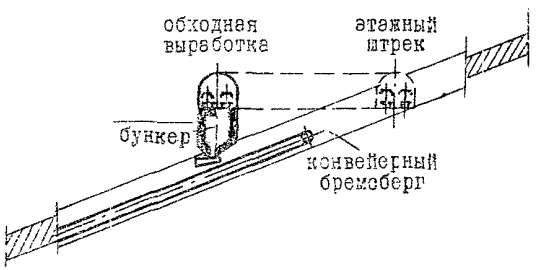
Продолжение приложения 1

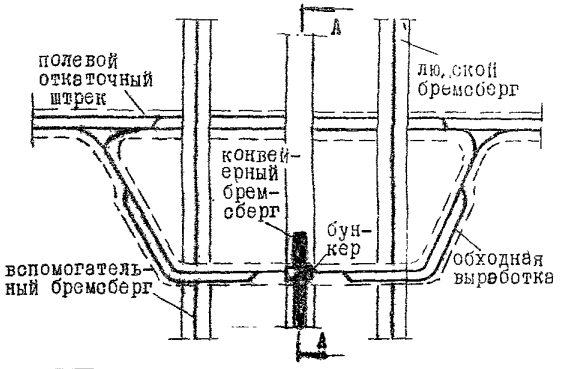
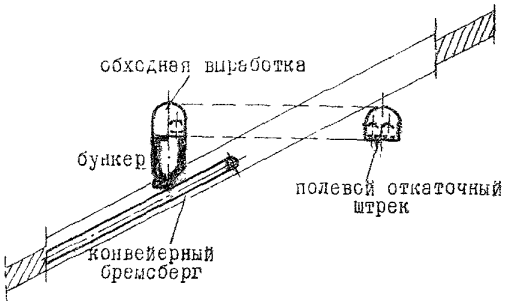
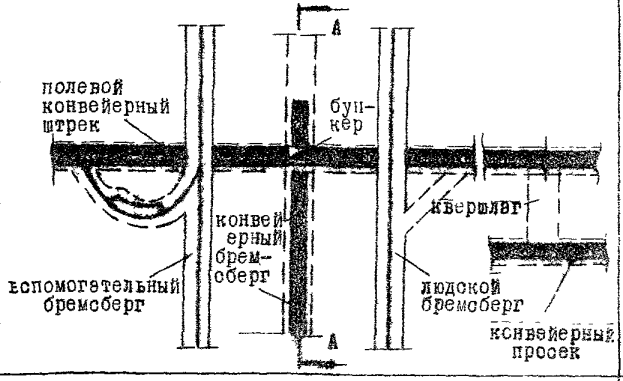
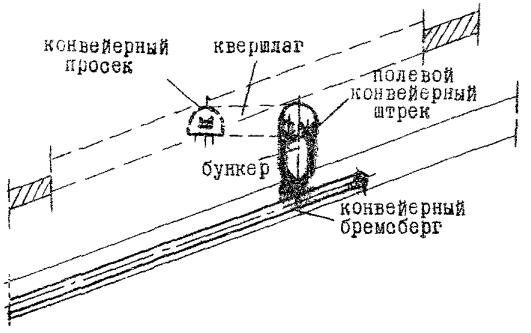
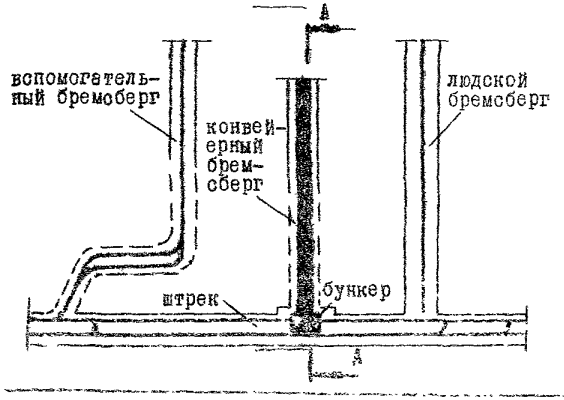
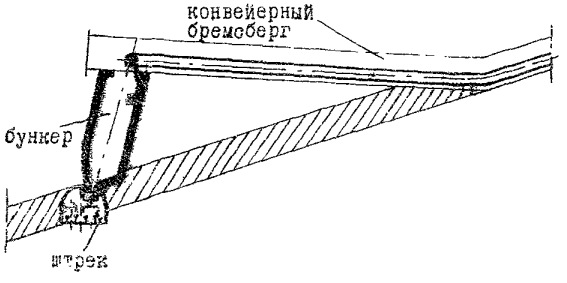
1	2	3	4
	МАГИСТРАЛЬНЫЕ БУНКЕРЫ		
XI			В местах сопряжения откаточного штрека с конвейерным уклоном (бремсбергом) при отработке сближенных пластов. При проведении уклона (бремсберга) по нижележащему пласту и дополнительной выработки для передачи груза из технологической части бункера на уклон (бремсберг).
XII			В местах сопряжения конвейерного квершлага с конвейерным уклоном (бремсбергом). С установкой в квершлаге пылевого сбрасывателя для подачи грузов в бункер
XIII			В местах сопряжения этажных штреков с капитальными уклонами (бремсбергами) при полевой и пластовой подготовке. С проведением дополнительной наклонной выработки для передачи груза с полевого (пластового) штрека в бункер.

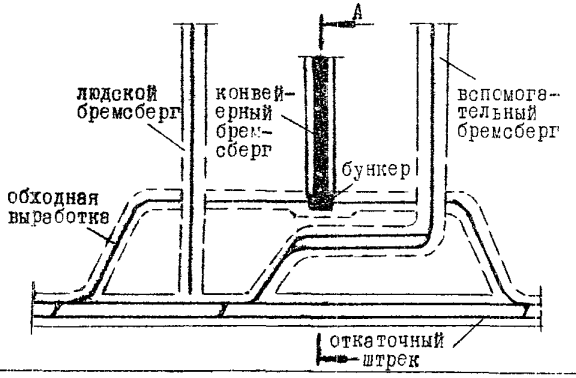
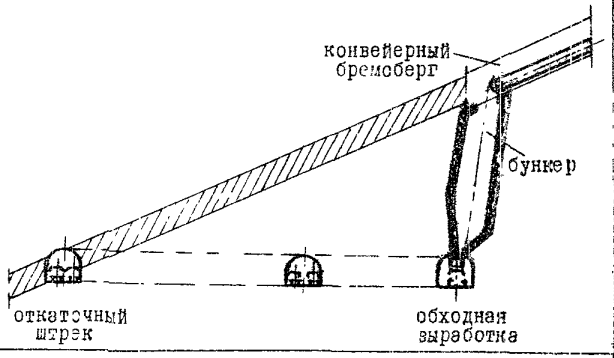
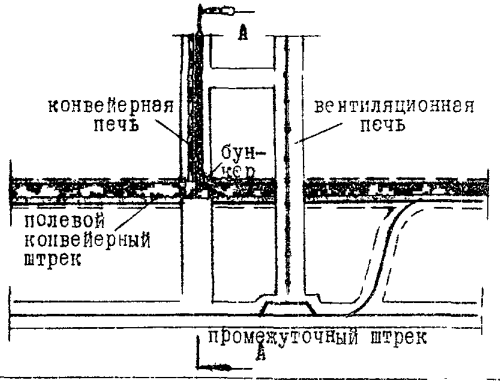
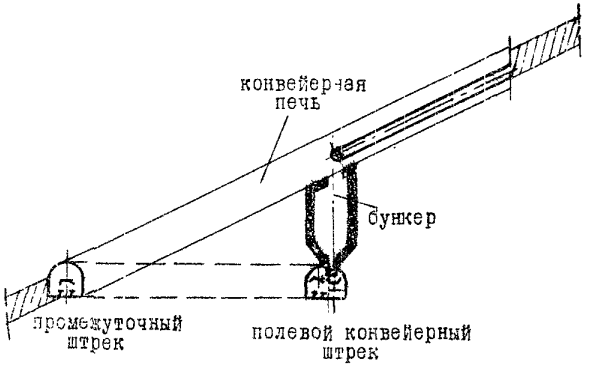
I	2	3	4
XIУ			В местах сопряжения этажных штреков с капитальными уклонами (бремсбергами) при полевой и пластовой подготовке. **С проведением горизонтальной диагональной выработки для передачи груза с полевого (пластового) штрека в бункер.**
XУ			В местах сопряжения штрека с конвейерным уклоном(бремсбергом) при отработке сближенных пластов. **С проведением уклона (бремсберга) по нижележащему пласту.**
XУI	**УЧАСТКОВЫЕ БУНКЕРЫ** 		**Над штреком при пластовой подготовке столбами по простиранию или падению пласта.** **С проведением дополнительной наклонной сбойки между просеком и бункером.**

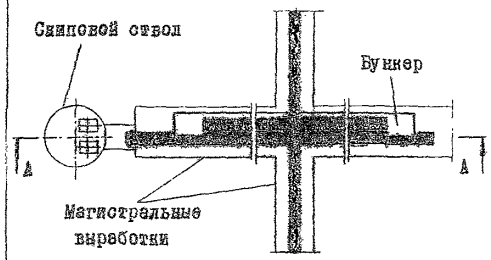
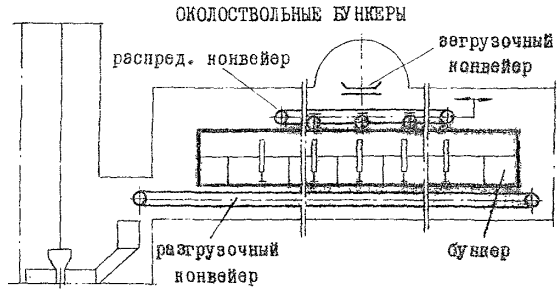
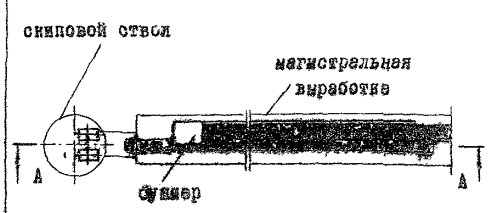
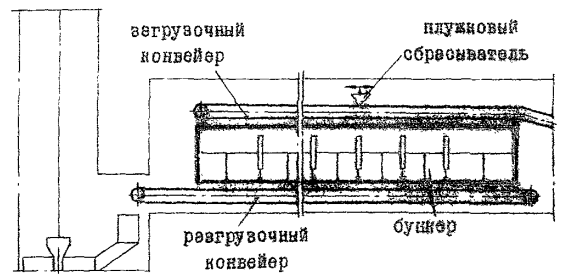
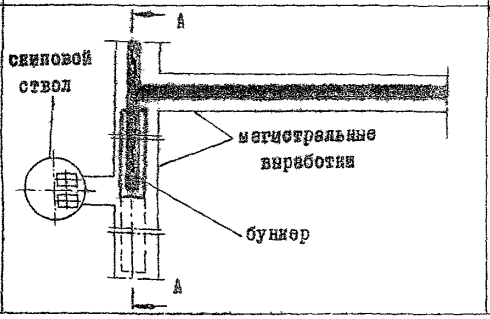
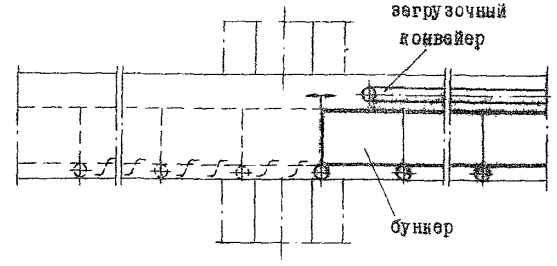
I	2	3	4
ХУП			Между просеком и полевым штреком при выемке столбами по простиранию или падению пласта.
ХУШ			В местах сопряжения промежуточного штрека с бремсбергом при панельной подготовке и этажной с предварительной подготовкой свиты обличенных пластов. С проведением групповой бремсберга по нижележащему пласту.
XIX			В местах сопряжения участкового бремсберга с полевым штреком при выемке столбами по падению пласта. С проведением полевого этажного штрека в породах почвы пласта.

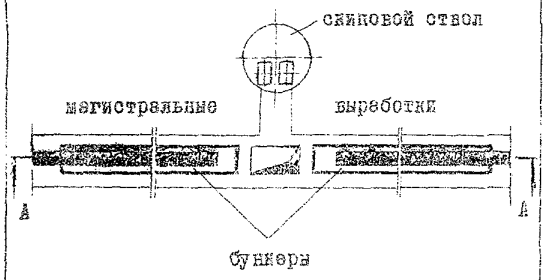
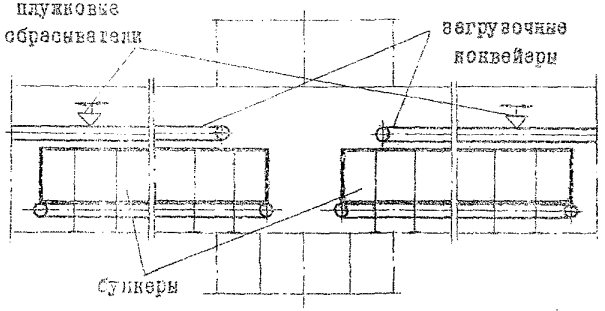
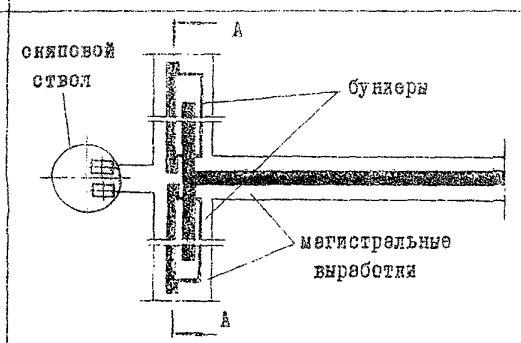
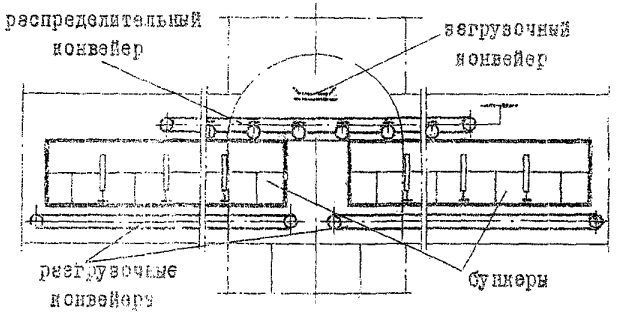
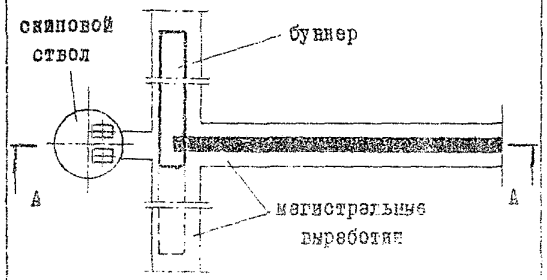
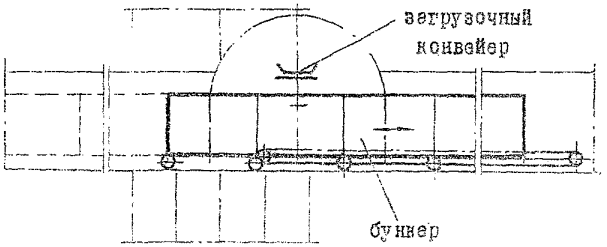
I	2	3	4
XX			При сооружении бункера на верхней приемной площадке в местах сопряжения конвейерного уклона с откаточным или конвейерным штреком.
XXI			При сооружении бункера на верхней приемной площадке в местах сопряжения конвейерного уклона с обходной выработкой.
XXII			При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения ярусного конвейерного штрека с пластовым конвейерным бремсбергом (уклоном) при отработке выемочного участка по простиранию.

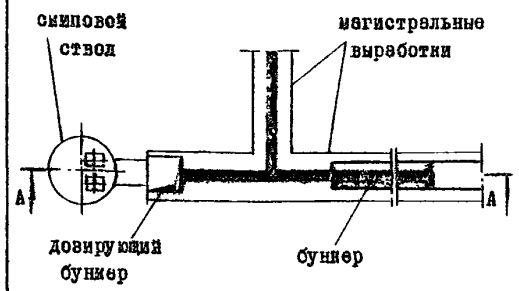
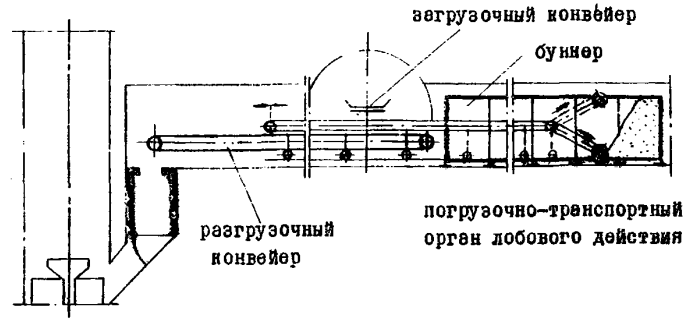
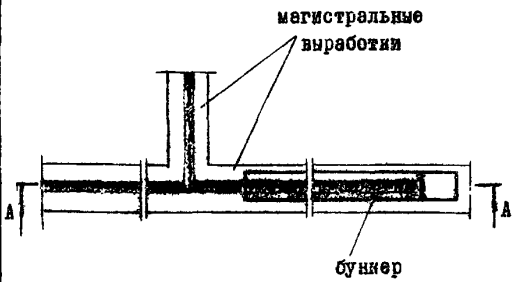
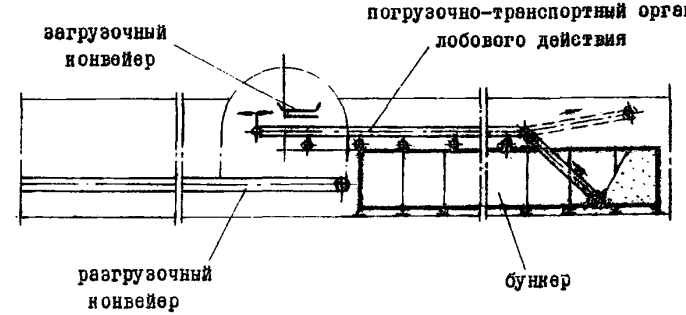
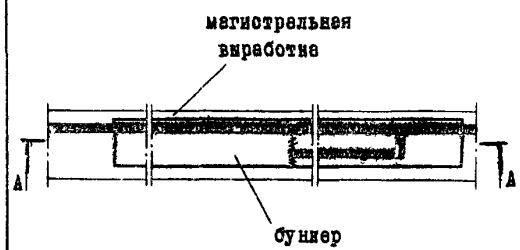
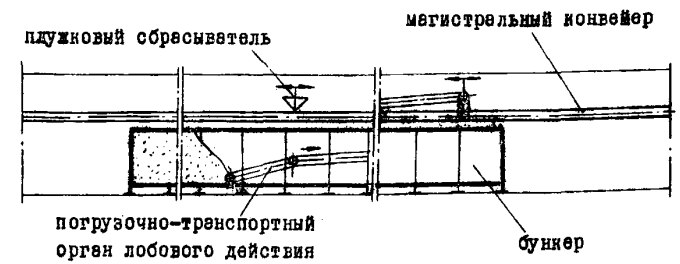
I	2	3	4
XXIII			При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения ярусного пластового конвейерного штрека с панельным полевым конвейерным уклоном (бремсбергом) при отработке выемочного участка по простиранию.
XXIУ			При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения обходной выработки пластового ярусного штрека с пластовым конвейерным уклоном при отработке выемочного участка по простиранию. С проведением горизонтальной обходной выработки
XXУ			При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения обходной выработки этажного штрека с пластовым конвейерным бремсбергом при отработке выемочного участка по простиранию. С проведением горизонтальной обходной выработки.

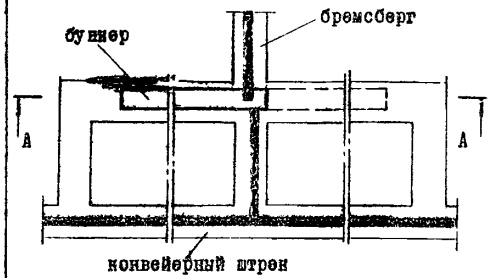
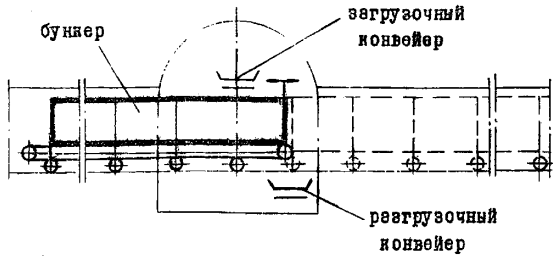
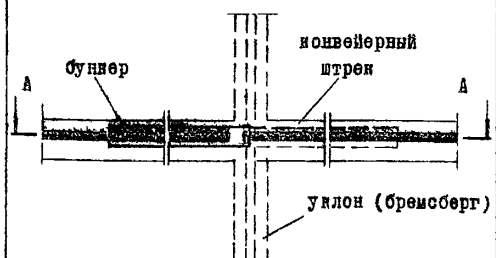
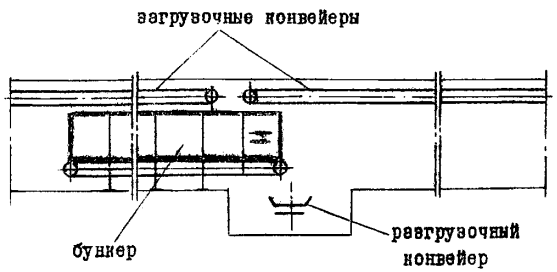
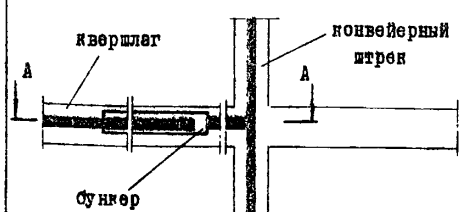
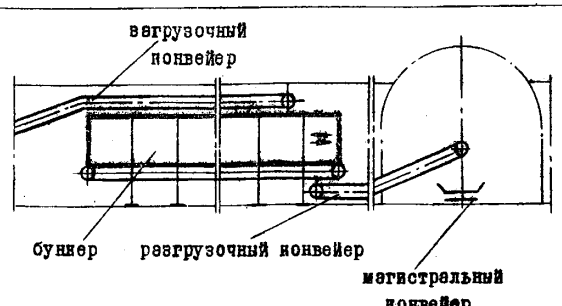
I	2	3	4
XXУI			При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения полевого откаточного штрека с конвейерным бремсбергом (уклоном) при отработке выемочного участка по простиранию. С проведением горизонтальной обходной выработки
XXУП			При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения полевого конвейерного штрека с полевым конвейерным бремсбергом (уклоном) при отработке выемочного участка по простиранию.
XXУШ			При сооружении бункера на нижней приемной площадке в местах сопряжения панельного конвейерного бремсберга с откаточным или конвейерным штреком при отработке выемочного участка по простиранию.

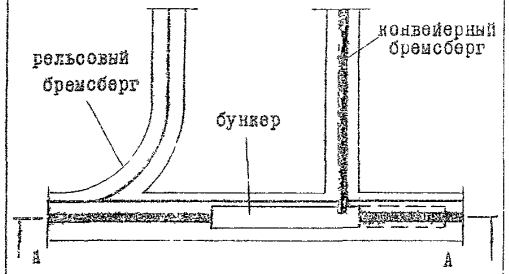
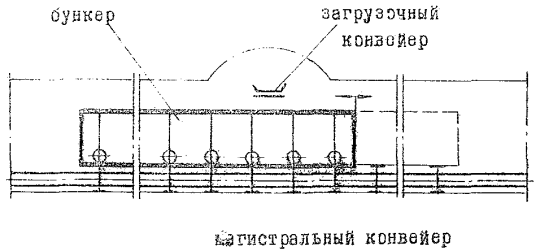
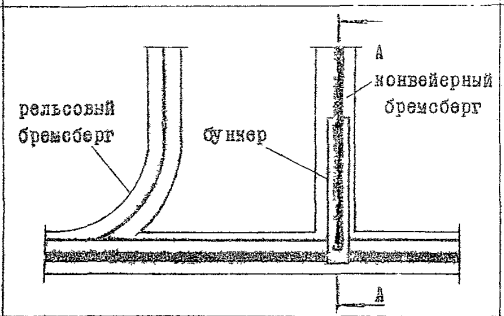
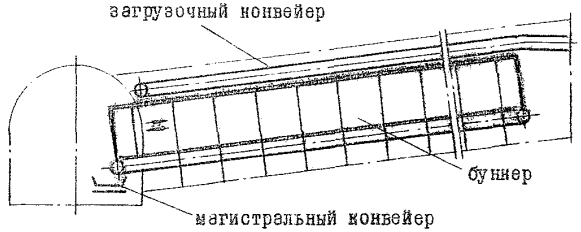
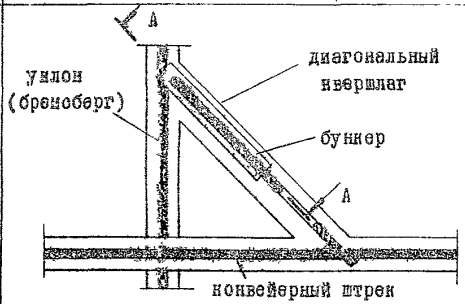
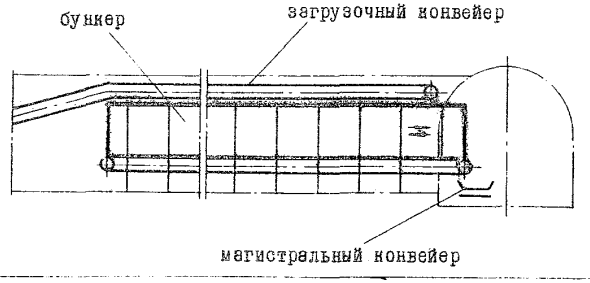
I	2	3	4
XXIX			При сооружении бункера на нижней приемной площадке в местах сопряжения панельного конвейерного бремсберга с обходной выработкой откаточного штрека при отработке выемочного участка по простиранию
XXX			При сооружении бункера в местах сопряжения конвейерной печи с полевым конвейерным штреком, при отработке выемочного участка по падению или простиранию.

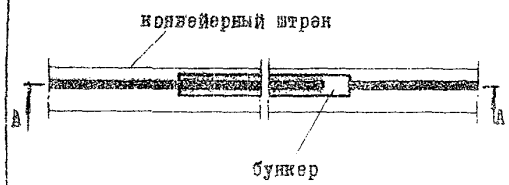
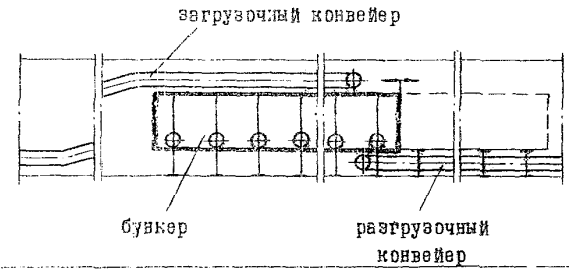
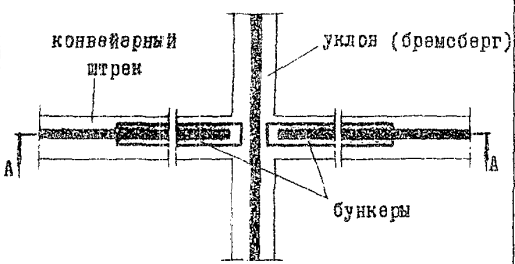
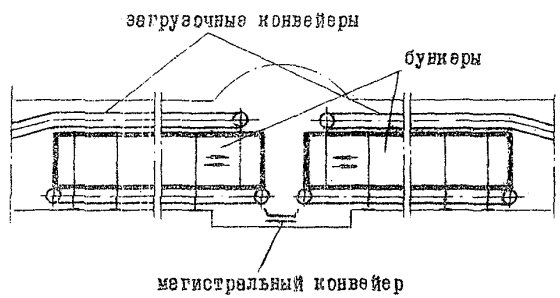
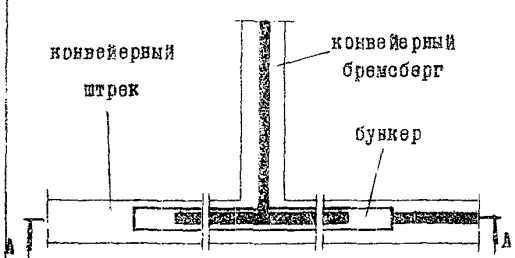
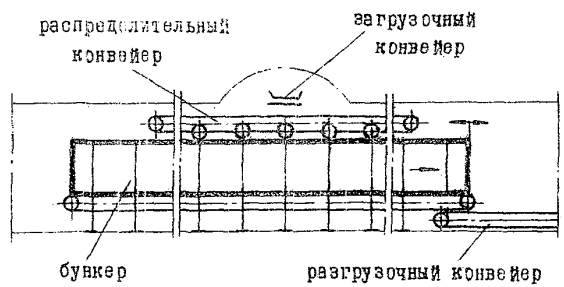
Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
I			В,А	В выработке, примыкающей к скиповому стволу, проведенной вкрест магистральной транспортной выработке. Загрузка бункера осуществляется передвижным распределительным конвейером.
II			В,А	В выработке, примыкающей к скиповому стволу, являющейся продолжением магистральной транспортной выработки или проведенной параллельно ей; загрузка бункера осуществляется плужковым сбрасывателем с ленточного конвейера.
III			Б,В	В выработке, примыкающей к скиповому стволу, проведенной вкрест магистральной транспортной выработке. Загрузка и разгрузка осуществляется при перемещении бортов или ценшпон бункера относительно неподвижного пункта погрузки.

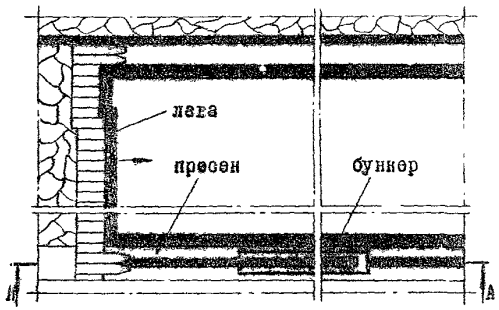
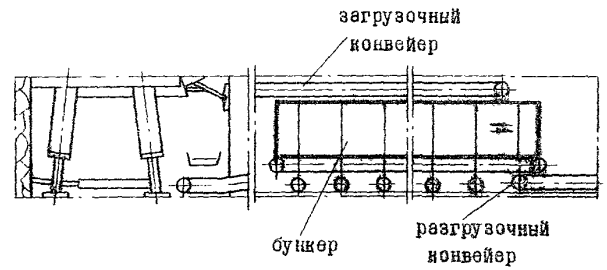
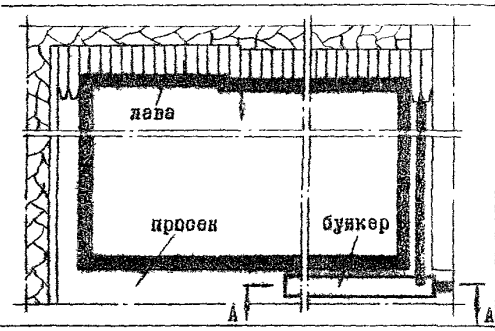
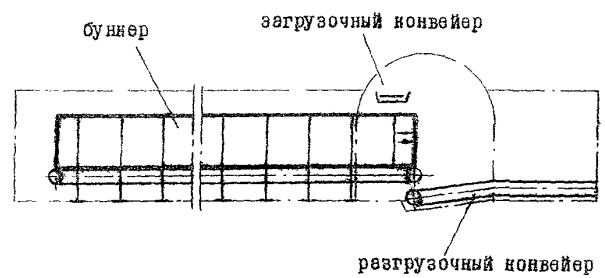
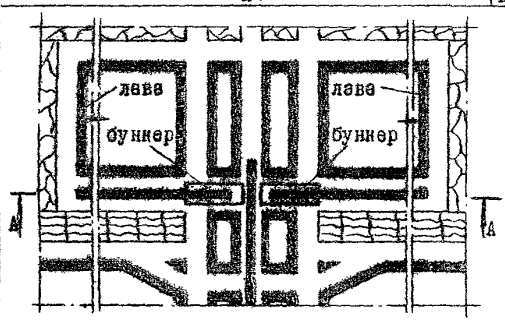
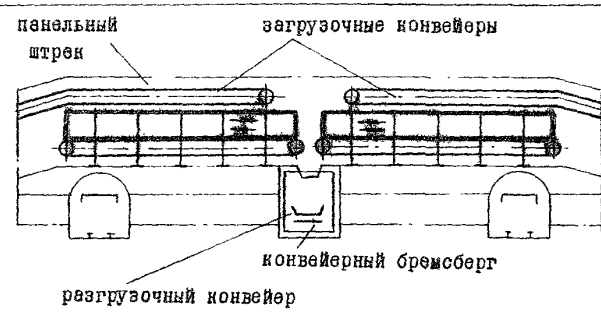
Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
IУ			А	В выработках, примыкающих к скиповому стволу и являющихся продолжением магистральных транспортных выработок, при подаче груза с двух сторон. Загрузка осуществляется плужковым сбрасывателем или реверсированием донного конвейера.
У			В,А	В выработке, примыкающей к скиповому стволу, проведенной вкрест магистральной транспортной выработке. Загрузка двух бункеров осуществляется одним общим передвижным распределительным конвейером.
УI			Б,В	В выработке, примыкающей к скиповому стволу, проведенной вкрест магистральной транспортной выработке. Загрузка и разгрузка осуществляется перемещением бортов или целиком бункера относительно неподвижного пункта погрузки.

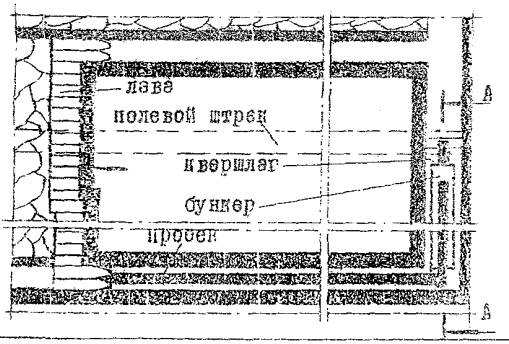
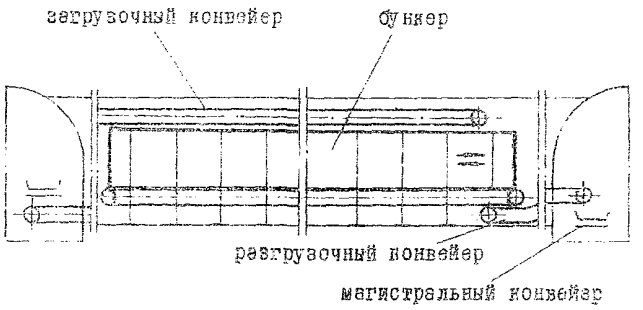
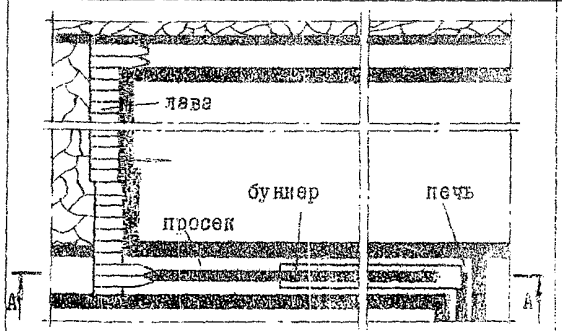
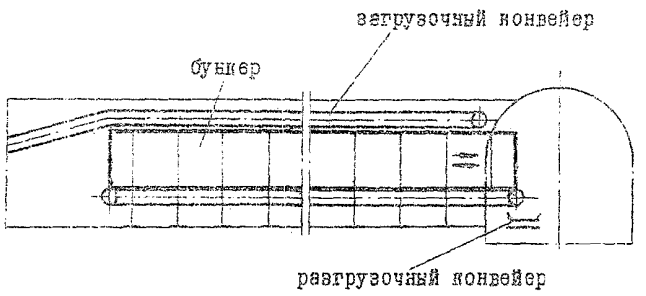
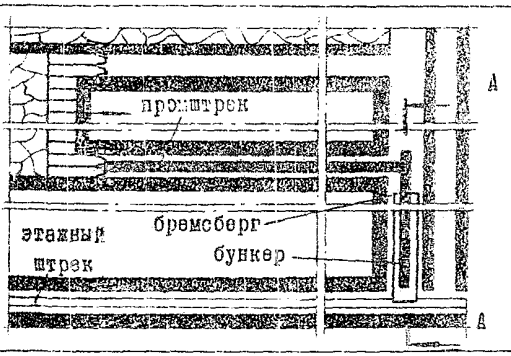
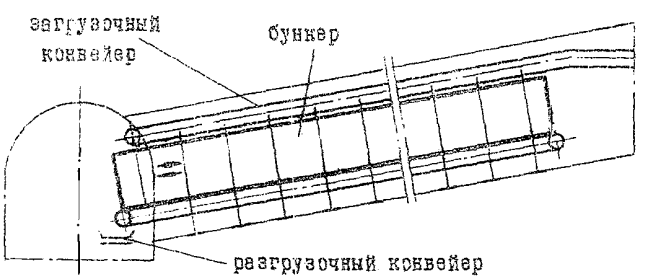
Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
УП			Г	В выработке, примыкающей к скиповому стволу, проведенной вкрест магистральной транспортной выработке. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется реверсированием погрузочно-транспортного органа лобового действия.
УШ		МАГИСТРАЛЬНЫЕ БУНКЕРЫ 	Г	В штреке над магистральным конвейером на сопряжении с уклоном или бремсбергом. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется реверсированием погрузочно-транспортного органа лобового действия.
IX			Г	В штреке под магистральным конвейером, загрузка бункера осуществляется передвижным плужковым сбрасывателем с ленточного конвейера, разгрузка-погрузочно-транспортным органом лобового действия.

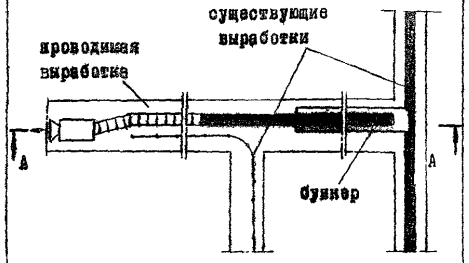
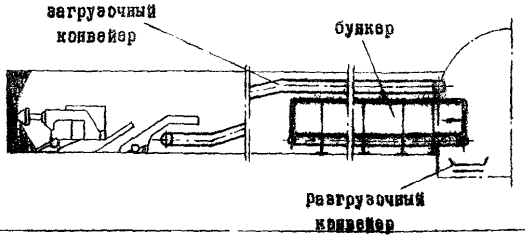
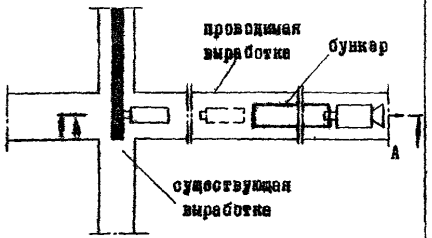
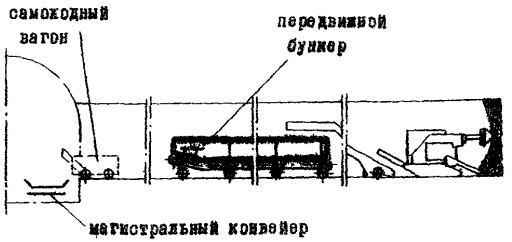
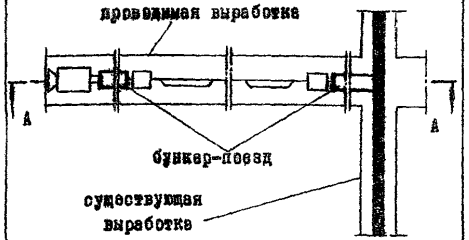
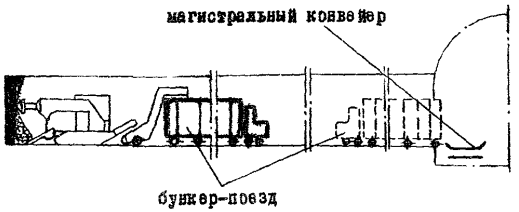
Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
X			А,Б В,Г	В выработке, проведенной параллельно конвейерному штреку. Загрузка и разгрузка емкости осуществляется при перемещении бортов, или целиком бункера, изменением направления донного конвейера или исполнительного органа лобового действия.
XI			А,Б	В конвейерном штреке на сопряжении с уклоном (бремсбергом). Груз в бункер поступает с двух направлений. Загрузка и разгрузка осуществляется реверсированием донного конвейера; при установке бункера с движущимися бортами-изменением направления движения бортов.
XII			А	Бункер установлен в квершлаге. Загрузка бункера осуществляется реверсированием донного конвейера, разгрузка производится на перегружатель, установленный под бункером вдоль оси квершлага.

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
XIII			Б	Скребковый бункер с движущимися бортами установлен над магистральным конвейером на сопряжении с бремсбергом. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется изменением направления движения бортов.
XIV			А	В бремсберге на сопряжении с конвейерным штреком. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется изменением направления движения донного конвейера.
XV			А	В диагональном квершлаге между конвейерным штреком и уклоном. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется изменением направления движения донного конвейера.

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
XVI			Б,В	В магистральном конвейерном штреке. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется перемещением бортов или целиком бункера относительно неподвижного пункта погрузки.
XVII			А	В магистральном конвейерном штреке на сопряжении с уклоном (бремсбергом). Загрузка и разгрузка осуществляется реверсированием донного конвейера.
XVIII			А	В магистральном конвейерном штреке на сопряжении с бремсбергом (уклоном). Загрузка бункера осуществляется передвижным распределительным конвейером, разгрузка- донным конвейером.

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
XIX		УЧАСТКОВЫЕ БУНКЕРЫ 	А	Передвижной бункер в просеке (промштреке) в непосредственной близости от очистного забоя. Загружается и разгружается изменением направления движения донного конвейера.
XX			А	Бункер установлен в просеке на сопряжении с участковым бремсбергом. Загрузка и разгрузка бункера производится изменением направления движения донного конвейера.
XXI			А	Бункеры установлены в панельных штреках, пройденных над панельными бремсбергами. Загрузка и разгрузка бункеров производится изменением направления движения донных конвейеров.

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
XXII			А	В участковом квершлаге. Загрузка бункера осуществляется реверсированием донного конвейера.
XXIII			А	В участковом конвейерном штреке (просеке) на сопряжении со обрезной печью. Загрузка бункера осуществляется реверсированием донного конвейера или плужковым сбрасывателем с ленточного конвейера.
XXIV			А	Бункер в конвейерно-бремсберге на сопряжении с этажным штреком. Загрузка бункера осуществляется реверсированием донного конвейера или плужковым сбрасывателем с ленточного конвейера.

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А – А	Тип бункера	Условия применения
XXV		БУНКЕРЫ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ 	А	В проводимой выработке на сопряжении с существующей выработкой. Загрузка породой или углем при ранцевальной выемке осуществляется реверсированием ленточного конвейера.
XXVI			А	Непосредственно в подготовительном забое. Доставка груза от забоя производится самоходными вагонами.
XXVII			А	Бункер-поезд в проводимой горизонтальной выработке с перегрузкой горной массы на магистральный конвейер.

Приложение 3

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОПОТОКОВ УГЛЯ ИЗ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ

П.3.1. Исходными данными для расчета характеристик грузопотоков угля из очистных забоев являются:

- длина очистного забоя - $L_{заб}$, м;
- вынимаемая мощность пласта - $m_п$, м;
- минимальная сопротивляемость угля резанию;
- сменная добыча - $A_{см}$, т;
- продолжительность добычной смены - $T_{см}$, ч;
- тип выемочной машины;
- схема работы выемочной машины;
- коэффициент машинного времени выемочной машины - $K_м$;
- ширина захвата за один цикл - $b_з$, м;
- количество рабочих циклов в смену - N, цикл/см;
- тип забойного конвейера;
- плотность угля в целике - $\gamma_ц$, т/м^3.

Все исходные данные принимаются из проекта механизации очистного забоя.

П.3.2. Средний минутный грузопоток за время поступления угля из одного очистного забоя рассчитывается по формуле

$$Q_{ср} = \frac{A_{см}}{60 \cdot T_{см} \cdot K_п} \qquad (П.3.1)$$

где $K_п$ - коэффициент времени поступления угля из одного очистного забоя на транспортную систему. Значение $K_п$ устанавливается в зависимости от принятой схемы работы очистной машины.

При челноковой (двухсторонней), а также односторонней без зачистки схемах работы следует принимать

$$K_п = K_м = \frac{t_с}{60 \cdot T_{см}} \qquad (П.3.2)$$

При односторонней схеме работы с зачисткой величина $K_п$ рассчитывается по формуле

$$K_п = \frac{t_в + t_з}{60 \cdot T_{см}} = K_м + \frac{t_з}{60 \cdot T_{см}} \qquad (П.3.3)$$

где $t_в$ - продолжительность работы выемочной машины по выемке угля в течение смены, мин;

$t_з$ - продолжительность зачистки забоя при обратном ходе машины в течение смены, мин. Значение $t_з$ рекомендуется определять по формуле

$$t_з = \frac{L_{заб} \cdot N}{0{,}85 \cdot V_{max.м}} \qquad (П.3.4)$$

где $V_{max.м}$ - максимальная маневровая скорость машины, м/мин, (см. табл. П.3.3);

N - количество рабочих циклов выемочной машины в смену. Принимается по планограмме очистных работ или рассчитывается по формуле

$$N = \frac{A_{см}}{m_п \cdot b_з \cdot L_{заб} \cdot \gamma_ц} \qquad (П.3.5)$$

П.3.3. Максимальный минутный грузопоток, поступающий из одного очистного забоя - Q_{max} следует принимать по фактическим данным работы аналогичных забоев или по данным из проекта механизации очистного забоя.

При отсутствии аналогичных фактических или проектных значений можно пользоваться приведенной ниже методикой расчета:

I. Определяется максимальное количество угля, которое может поступать из очистного забоя при отсутствии ограничения по произ-

водительности забойного конвейера:

а) при прямом ходе выемочной машины (навстречу движению рабочего органа забойного конвейера), рекомендуется определять по формуле

$$Q'_{max} = m_n \cdot b_з \cdot V_{max} \cdot \delta_1 \cdot \psi_n \cdot \gamma_ц \quad (П.3.6)$$

б) при обратном ходе выемочной машины (по ходу движения рабочего органа забойного конвейера), рекомендуется определять по формуле

$$Q''_{max} = m_n \cdot b_з \cdot V_{max_1} \cdot \delta_2 (1-\psi_n) \cdot \gamma_ц \quad (П.3.7)$$

где V_{max} – максимальная скорость подачи выемочной машины при прямом ходе (обычно в режиме выемки), м/мин. Принимается по фактическим данным или из проекта механизации очистного забоя. Ориентировочные значения для некоторых типов выемочных машин приведены в табл. П.3.3;

V_{max_1} – максимальная скорость подачи выемочной машины при обратном ходе, м/мин. В случае, когда при обратном ходе осуществляется выемка (выемочная машина работает по челноковой схеме), можно принимать $V_{max_1} = V_{max}$

В случае, когда при обратном ходе осуществляется зачистка, то $V_{max_1} = 0{,}85\ V_{max}$

δ_1, δ_2 – расчетные коэффициенты, определяемые по формулам

$$\delta_1 = \frac{V_к}{V_к + V_{max}} \quad (П.3.8)$$

$$\delta_2 = \frac{V_к}{V_к - V_{max_1}} \quad (П.3.9)$$

$V_к$ – скорость движения рабочего органа забойного конвейера, м/мин. Данные о скоростях забойных скребковых конвейеров приведены в табл. П.3.4;

ψ_n – коэффициент погрузки, зависящий от схемы работы забойной машины. При установлении его значения необходимо пользоваться следующими рекомендациями:

– при работе выемочной машины по челноковой схеме в формуле (П.3.6) принимать $\psi_n = 1$, а в формуле (П.3.7) – $\psi_n = 0$;

– при работе выемочной машины по односторонней схеме без зачистки (с полной погрузкой при прямом ходе) принимать $\psi_n = 1$;

– при работе выемочной машины по односторонней схеме с зачисткой принимать ψ_n по табл. П.3.1 в соответствии с шириной захвата ($b_з$) и мощностью пласта (m_n);

– при работе выемочной машины по уступной схеме в формуле (П.3.6) следует принимать $\psi_n = \frac{m_к}{m_n}$, а в формуле (П.3.7) $\psi_n = 1 - \frac{m_к}{m_n}$. Здесь $m_к$ – часть рабочей мощности пласта, вынимаемой при прямом ходе.

Таблица П.3.1

Значения коэффициента погрузки – ψ_n

Ширина захвата $b_з$, м	Значения коэффициента ψ_n при вынимаемой мощности пласта – $m_к$, м									
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6
0,50	0,47	0,55	0,62	0,68	0,72	0,78	0,82	0,84	0,86	0,88
0,63	0,36	0,48	0,57	0,63	0,68	0,74	0,79	0,82	0,84	0,86
0,80	0,28	0,40	0,50	0,57	0,62	0,70	0,75	0,79	0,81	0,83

Примечание: При оборудовании узкозахватных комбайнов шнеками с повышенной погрузочной способностью вместо ψ_n при-

нимаются значения Ψ'_n, которые определяются по формуле $\Psi'_n = 0{,}3 + 0{,}7\,\Psi_1$.

2. Большие из найденных по формулам (П.3.6) и (П.3.7) значений Q'_{max} и Q''_{max} сравниваются с максимальной минутной производительностью забойного конвейера – $Q_{з.к}$ (см. табл. П.3.4).

В качестве максимального минутного грузопотока Q_{max}, поступающего из одного очистного забоя, следует принимать $Q_{max} = Q'_{max}$ (или Q''_{max}) если Q_{max} (или Q''_{max}) $\leq Q_{з.к}$;
$Q_{max} = Q_{з.к}$ если Q_{max} (или Q''_{max}) $\geq Q_{з.к}$.

П.3.4. Значение среднего суммарного минутного грузопотока в периоды совместного поступления груза на сборную транспортную систему из нескольких (n) очистных забоев определяется по формуле

$$Q_{n\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} Q_{ср\,i} \qquad (П.3.10)$$

П.3.5. Значение максимального суммарного минутного грузопотока за время поступления на сборную транспортную систему из нескольких очистных забоев определяется по формуле

$$Q_{max\,\Sigma} = Q_{n\Sigma} + n_p \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2} \qquad (П.3.11)$$

где σ_i – среднеквадратическое отклонение значений минутных грузопотоков за время поступления по каждому из суммируемых очистных забоев. Значение σ для каждого забоя рассчитывается по формуле

$$\sigma = \frac{Q_{max} - Q_{ср}}{2{,}53} \qquad (П.3.12)$$

n_p – вероятностный параметр, учитывающий совместность поступления максимальных грузопотоков из очистных забоев. Рекомендуется принимать по таблице П.3.2 в зависимости от числа очистных забоев, подающих груз на сборный конвейер, и средневзвешенного коэффициента времени поступления груза из этих очистных забоев $K_{п\,(ср.\,взв)}$. Значение $K_{п\,(ср.\,взв)}$ определяется по формуле

$$K_{п\,(ср.\,взв)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{см\,i} \cdot K_{п\,i}}{\sum_{i=1}^{n} A_{см\,i}} \qquad (П.3.13)$$

здесь $A_{см\,i}$ – среднесменный грузопоток из i-го очистного забоя, подающего груз на сборный конвейер, т/см;

$K_{п\,i}$ – коэффициент времени поступления груза из i-го очистного забоя.

Таблица П.3.2

Значения вероятностного параметра, n_p.

$K_{п\,(ср.\,взв)}$	Число очистных забоев, подающих груз на сборный конвейер											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
0,2	1,40	0,85	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	1,65	1,25	0,90	0,55	0,25	0	0	0	0	0	0	0
0,4	1,90	1,55	1,25	1,00	0,70	0,45	0,25	0	0	0	0	0
0,5	2,15	1,90	1,60	1,35	1,10	0,90	0,65	0,45	0,25	0	0	0
0,6	2,40	2,15	1,90	1,70	1,50	1,25	1,05	0,90	0,70	0,35	0	0
0,7	2,65	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,45	1,25	1,10	0,80	0,25	0
0,8	2,90	2,70	2,50	2,30	2,10	1,90	1,75	1,60	1,45	1,15	0,60	0

Таблица П.3.3

Технические характеристики выемочных машин

Тип выемочной машины	Наибольшая маневровая скорость выемочной машины, м/мин	Вынимаемая мощность пласта, м	Ширина захвата, м	Номинальная скорость подачи (м/мин) выемочной машины при сопротивляемости угля резанию – кГс/см			
				100	200	300	400
К о м б а й н ы							
ІК ІОІ	4,5	0,8-І,2	0,80	4,5-3,9	2,7-І,8	І,5-І,0	–
2К ІОІ	ІО,0	0,8-І,45	0,63	ІО,0	ІО,0-5,6	7,0-3,9	5,6-3,І
	6,0	0,8-І,45	0,80	ІО,0-8,0	7,7-4,3	5,3-2,9	4,2-2,3
МК-67	6,0	0,8-І,2	0,80	6,0	4,6-3,7	3,2-2,3	2,6-І,7
2К 52	6,0	І,0-І,7	0,63	6,0-4,8	4,0-2,2	2,7-І,6	2,І-І,2
2К 52М	5,5	І,0-І,7	0,63	5,5	5,3-3,4	4,0-2,2	3,2-І,9
ІІМ 68	6,0	І,І-2,5	0,63	6,0	6,0-5,4	5,0-2,8	4,6-2,0
2ІМ 68	ІО,0	І,І-2,5	0,63	ІО,0	ІО,0-8,2	9,0-5,4	7,5-3,І
КМ ІКГ	6,0	І,6-3,2	0,63	4,І-2,2	І,7-0,8	0,8-0,4	–
КМ 3М	5,5	І,6-3,2	0,50 0,63	5,5	3,6	2,0	І,4
К І20	3,0	3,5-5,2	0,80	3,0	3,0	3,0	3,0
С т р у г и							
УСГ 2А		0,55-І,0	0,І0	28,0	–	–	–
УСГ 2М		0,55-І,0	0,І0	89,0-37,0	89,0-37,0	–	–
ІУСВ		0,90-2,0	0,І5	39,0	39,0	–	–
УСВ		0,80-І,9	0,І0	90,0-55,0	90,0-55,0	–	–
СО 75		0,60-І,2	0,07	9І,0-46,0	9І,0-46,0	–	–
СН 75		0,65-І,2	0,07	9І,0-46,0	9І,0-46,0	9І,0-46,0	–

Таблица П.3.4.

Техническая характеристика скребковых забойных конвейеров

Тип конвейера	Скорость рабочего органа, м/мин	Максимальная производительность, т/мин	Мощность привода, кВт	Стадия освоения	Завод-изготовитель
СПЦ	60,74	4,2	2х55=ІІО	Опытный образец	Скопинский машавод
СПЦ І6І	60,74	5,8 7,3	2х55=ІІО 3х55=І65	Серийное производство	"
СП 63М	66	6,0	4х45=І80	Снят с производ. с 1983 г.	Завод "Свет шахтера"
КМ8І-02БМ	66	6,3	4х45=І80	Серийное произв.	"
СП 202	84	ІО,0	2хІІО=220 4 х45=220	"	"
СП 87ПМ	84	ІО,0	2хІІО=220 4х55=220	"	"
СКТ 64	43,2	6,7	2х32=64	Индивидуальное производство	Анжерский машавод
СУПМК /КНЗМ/	55,8	4,4	3х55=І65	Серийное производство	Ленинский и Скопинский машаводы
СУ2МКН /2КН/	55,8	4,4	3х55=І65	"	"
СУОКП70	66,74	ІО,0	3х55=І65	"	"
СУОКП	78	6,3	3х55=І65	"	"
СП30І	84	І6,0 20,0	3хІІО=330 2х250=500	"	Завод "Свет шахтера"
СПЦ26І	84	7,8 ІО,0	2хІІО=220	Опытный образец	"
СПЦ27І	60,74	ІІ,0 І5,0	3хІІО=330 4хІІО=440	"	"
СУ2УКП	84	І2,5	2хІІО=220	Серийное производство	Каргормаш, з-д "Свет шахтера"

Продолжение таблицы П.3.4

	Скорость рабочего органа $V_{р.к}$ м/мин	Максимальная производительность т/мин	Мощность привода, кВт	Стадия освоения	Завод-изготовитель
СР 70А	66	6,7	3х45=135	Снят с производства	Анжерский машзавод
СР70М	55,8	8,3	4х55=220	Серийное производство	"
СК 38	33	2,0	2х22=44	"	Завод "Свет шахтера"

Приложение 4

БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

E – вместимость бункера, м^3;

$Q_{ср}$ – средний грузопоток за оперативное время, т/мин;

γ – насыпная плотность груза, т/м^3;

$t_{ожр}$ – среднее время одного простоя погрузочного пункта из-за отсутствия порожних составов, мин;

$K_у$ – коэффициент, учитывающий требуемый уровень снижения простоев;

$A_{см}$ – сменная добыча очистного забоя, т;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, мин;

$t_{рег}$ – время регламентированных перерывов в течение рабочей смены, мин;

$Q_{ср}$ – средний грузопоток за машинное время, т/мин;

P – производительность разгрузки бункера, т/мин;

$K_п$ – коэффициент времени поступления грузопотока;

$t_п$ – среднее время, в течение которого груз поступает из очистного забоя в течение смены, мин;

$K_м$ – коэффициент машинного времени комбайна;

Q_{max} – наибольшая величина минутного грузопотока за машинное время, м^3/мин;

$\delta_г$ – относительная величина глубины сглаживания грузопотока;

$Q_п$ – приемная способность конвейера, т/мин;

$Q_т$ – техническая производительность конвейера, т/мин;

$K_г$ – расчетный коэффициент глубины сглаживания;

$K_н$ – коэффициент минутной неравномерности грузопотока;

G – средняя грузовместимость одного состава вагонеток, т;

$t_{ож.ср}$ – среднее время ожидания груженного состава, мин;

K – коэффициент резерва производительности разгрузки бункера;

$S_в$ – площадь сечения выработки, м^2;

$l_{подв}$ – сменное подвигание забоя, м;

$K_{пр}$ – коэффициент присечки;

$K_ц$ – коэффициент цикличности выгрузки породы из бункера;

K' – коэффициент, зависящий от типа скипового подъема;

t – время остановки скипового подъема в часы максимума нагрузки энергосистемы, мин;

$\bar{E}$ – средняя величина заполнения бункера за время простоя подбункерной конвейерной линии, м^3;

$t_{пр}$ – средняя длительность простоя подбункерной конвейерной линии, мин;

C^* – параметр, характеризующий расчетное время загрузки бункера, мин;

$A_п$ – сменная добыча из подготовительного забоя, т;

C – параметр, характеризующий степень заполнения бункеров, мин;

$L_к$ – длина конвейера, м;

$C_j^т$ – значение C для j-го конвейера по технической производительности, мин;

$L_в$ – расстояние от бункера до разгрузочного конца конвейера, м;

$C_j^п$ – значение C для j-го конвейера по приемной способности, мин;

K_j – число бункеров, разгружающихся непосредственно на j-ый конвейер;

$H_б$ – высота бункера, м;

D – диаметр бункера, м;

$L_н$ – длина наклонного бункера, м;

F – площадь поперечного сечения бункера, м^2;

A – ширина прямоугольного выпускного отверстия, м;

L_0 – длина выпускного отверстия, м;

φ – угол внутреннего трения сыпучего материала, град;

a' – наибольший размер типичных кусков груза, м;

τ_0 – начальное сопротивление сдвигу сыпучего груза, Па;

$K_з$ – коэффициент запаса;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

$n_{отв}$ – количество выпускных отверстий, шт;

$K_р$ – коэффициент резерва;

Q_0 – пропускная способность одного выпускного отверстия, м^3/мин;

$R_г$ – гидравлический радиус истечения, м;

$R_{кр}$ – критический радиус истечения, м;

λ – коэффициент истечения материала;

f – коэффициент внутреннего трения сыпучего материала;

F_0 – площадь отверстия истечения, м^2;

K_F – коэффициент снижения площади отверстия истечения при установке питателей;

m – коэффициент подвижности сыпучего материала;

l_0 – расстояние между осями выпускных отверстий, м;

$C_п$ – зазор между питателями, м;

$B_п$ – габаритная ширина питателя, м;

$B_{кл}$ – габаритная ширина подбункерного конвейера, м;

ρ – угол естественного откоса, град;

$f_к$ – коэффициент крепости породы;

$E_{упр}$ – модуль деформации, МПа;

μ_E – коэффициент Пуассона;

$l_а$ – длина анкера, м;

$\sigma_{сж}$ – предел прочности на сжатие, МПа;

a_g – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные давления сыпучего материала при разгрузке бункера, обрушении сводов и при работе пневмотических систем обрушения;

$f_ч$ – коэффициент трения груза о стенки бункера;

$n_б$ – коэффициент бокового давления (распора);

$\rho_а^н$ – нормативное удельное давление на элементы конструкции наклонных стенок бункеров, Па;

$\alpha_д$ – угол наклона поверхности днища к горизонту, град;

$\rho_д^н$ – нормативное удельное давление на элементы конструкции спирального спуска, Па;

$\gamma_с$ – угол наибольшего ската, град;

$\alpha_с$ – угол подъема спирали, град;

$\beta_с$ – угол наклона образующей желоба спирали, град;

$F_{пс}$ – площадь поверхности участка спирального спуска, м^2;

$B_{сп}$ – ширина желоба спирального спуска, м;

$L_с$ – длина спирального спуска, м;

$R_{ср}$ – средний радиус спирального спуска, м;

$n_с$ – число шагов спирали, шт;

$t_с$ – шаг спирали, м;

$h_у$ – высота участка спирального спуска, м;

$Q_{кп}$ – производительность качающегося питателя, м^3/ч;

$a_{кл}$ – амплитуда качаний лотка, м;

$n_{дх}$ – число рабочих ходов лотка в минуту, $\frac{1}{\text{мин}}$;

$n'_{дх}$ – частота колебаний лотка в минуту, $\frac{1}{\text{мин}}$;

$B_л$ – ширина лотка питателя, м;

$h_{сл}$ – высота слоя материала на разгрузочном конце лотка, м;

$Q_{вп}$ – производительность вибрационного питателя, м^3/ч;

$a_к$ – амплитуда колебаний, м;

$Q_{пл}$ – производительность конвейерных питателей, м^3/ч;

$v_к$ – скорость движения конвейерного полотна, м/с;

$v_м$ – скорость движения материала по спиральному спуску, м/с;

f_c – коэффициент трения сыпучего материала о поверхность желоба спирального спуска;

$K_{рс}$ – коэффициент резерва пропускной способности спирального спуска;

h_c – высота желоба спирального спуска, м;

Q_c – пропускная способность спирального спуска, $м^3/ч$;

R_1 – радиус образующей спирального спуска, м;

F_c – площадь поперечного сечения движущегося материала в желобе спирального спуска;

H – высота грузовмещающего желоба, м;

B – ширина грузовмещающего желоба, м;

$H_{пр}$ – предельная высота транспортируемого слоя, м;

$\alpha_р$ – угол развала бортов, град;

h – высота скребка, м;

V – скорость перемещения груза, м/с;

f_2 – коэффициент трения груза о днище желоба;

f_3 – коэффициент трения груза об обрезиненную ленту;

$l_с$ – шаг установки скребков, м;

$l_н$ – шаг установки скребков, определенной по номограмме, м;

$K_ф$ – поправочный коэффициент, учитывающий угол внутреннего трения;

K_f – поправочный коэффициент, учитывающий коэффициент внешнего трения;

$l_{ур}$ – шаг установки роликоопор, м;

Δf – стрела провеса ленты, мм;

S_{min} – минимальное натяжение ленты на грузовой ветви, Н;

$q_л, q$ – соответственно вес 1 м длины рабочего органа и груза, Н;

$q_р$ – распределенная нагрузка на ролик, Н/м;

$K_{уст}$ – коэффициент, учитывающий неточность установки роликов;

$V^р_{max}$ – наибольшая скорость перемещения рабочего органа при загрузке, м/с;

Q_{max} – наибольшая величина минутного грузопотока за машинное время, $м^3/мин$;

$K_{нв}$ – коэффициент, внутриминутной неравномерности грузопотока;

$F_{гр}$ – площадь поперечного сечения грузовмещающего желоба, $м^2$;

Ψ – коэффициент, учитывающий степень заполнения желоба;

P_{max} – максимальная производительность разгрузки бункера, $м^3/мин$;

$V^р_{max}$ – наибольшая скорость перемещения рабочего органа при разгрузке, м/с;

a_{max} – максимальное значение ускорения рабочего органа, $м/с^2$;

$t_л$ – время корреляции непрерывного грузопотока, мин;

$t_{пз}$ – время паузы между двумя последовательными включениями, мин;

$l_л$ – шаг подвижки рабочего органа, м;

$n_{вкл}$ – количество включений привода, $\frac{1}{мин}$;

Δl – приращение $l_л$, м;

h' – дополнительная высота бортов, м;

$l_{фр}$ – ширина фронта погрузки, м;

$t_{пр}$ – время одной подвижки, мин;

n – частота подвижек, $\frac{1}{мин}$;

$t_{вкл}$ – время работы привода при одном включении, мин;

$W_л, W_р$ – сопротивления перемещению на порожней и грузовой ветвях, Н;

ω' – коэффициент сопротивления движению рабочего органа;

$L_б$ – длина грузовмещающего желоба, м;

β – угол установки бункера, град;

ω – коэффициент сопротивления движению груза;

$q'_р, q''_р$ – погонный вес вращающихся частей роликов на грузовой и порожняковой ветвях, Н/м;

ω'' – коэффициент сопротивления движению грузовмещающего желоба;

H' – высота прямоугольной части желоба, м;

G_p', G_p'' – вес вращающихся частей роликов на грузовой и порожняковой ветвях, Н;

$\ell_{y.p}', \ell_{y.p}''$ – шаг установки роликов на грузовой и порожняковой ветвях, м;

K_q – эмпирический коэффициент;

K_β – эмпирический коэффициент;

K_ψ – поправочный коэффициент;

K_γ' – поправочный коэффициент;

ω_ψ – коэффициент сопротивления движению груза, определенный по номограмме;

W_e – тяговое усилие привода, Н;

K_1 – коэффициент повышения натяжения на концевых звездочках (барабанах);

K_2 – коэффициент увеличения сопротивления из-за заштыбовки;

S_1, S_2, S_3, S_4 – натяжение рабочего органа в контурных точках, Н;

S_{min} – минимальное предварительное натяжение ленты, Н;

$\varepsilon^{\mu\alpha}$ – тяговый фактор;

μ – коэффициент трения между поверхностью барабана и лентой;

α – угол обхвата лентой барабана, рад;

S_{max} – максимальное натяжение тягового органа, Н;

$K_{н.т}$ – коэффициент неравномерности распределения усилий в цепях;

$\eta_м$ – к.п.д. передаточного механизма привода;

B' – ширина желоба в верхней части, м;

V_{max}' – максимальное значение скорости перемещения грузовмещающего желоба, м/с;

K_ℓ – коэффициент, учитывающий влияние шага установки скребков;

$q_{ж}$ – погонный вес грузовмещающего желоба, Н/м;

$W_{ж}$ – сопротивление перемещению грузовмещающего желоба, Н;

$W_ц$ – сопротивление перемещению тягового органа, Н;

$q_ц$ – погонный вес рабочего органа, Н/м;

$m_ц$ – масса I м длины цепи, кг;

$\omega^к$ – коэффициент сопротивления качению;

S_1', S_2', S_3', S_4' – натяжения тягового органа бункеров с движущимися бортами в контурных точках;

$Q_г$ – глубина нагребания, м;

Q_i – производительность погрузочно-разгрузочного органа, м³/мин;

$n_л$ – скорость вращения диска, об/мин;

$h_г$ – высота слоя нагребаемого груза, м;

$B_{п.п}$ – ширина приемной плиты, м;

$B_{п.о}$ – общая ширина погрузочного органа, м;

$B_к$ – ширина ковша элеватора, м;

$Q^р$ – производительность разгрузки, м³/мин;

$Q_в$ – производительность подгребающих винтов, м³/мин;

R – наружный радиус винта, м;

$S_в$ – шаг винта, м;

$n_в$ – скорость вращения винта, об/мин;

Z – число граней звездочки, шт;

$V_э$ – скорость цепи элеватора, м/с;

ψ_1 – коэффициент заполнения ковша;

$t_ц$ – шаг цепи, м;

$\alpha_ф$ – коэффициент формы ленты;

$B_л$ – ширина ленты, м;

$V_{л.п}$ – скорость перемещения ленты, м/с;

$V_{с.к}$ – скорость перемещения скребкового рабочего органа, м/с;

$h_{жб}$ – рабочая высота желоба конвейера, м;

$E_э$ – вместимость ковша элевватора, $м^3$;

C_α – коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера;

a – расстояние между ковшами, м;

$W_л, W_с, W_э$ – общее сопротивление движению ленточного, скребкового конвейера и элеватора, Н;

$H_п$ – высота подъема груза, м;

$\omega_э$ – коэффициент сопротивления цепи элеватора;

$K_у$ – коэффициент, учитывающий сопротивление в подшипниках концевых звездочек;

$K_{уд}$ – удельная работа зачерпывания, Нм/кг;

Q – количество воздуха, подлежащего отсосу из бункера, $м^3/ч$;

X_0 – остаточная метанообильность отбитого угля, $м^3/т$;

$P_{пг}$ – выделение метана из угля с момента отбойки до конца загрузки, %;

$P_т$ – выделение метана с момента отбойки до начала загрузки, %;

$P_м$ – допустимая концентрация метана, % ;

$Э_г$ – годовой экономический эффект от применения сглаживающих бункеров в проектируемой конвейерной линии, руб;

$П_с и П_б$ – приведенные затраты на подбункерную линию до и после применения бункеров, руб;

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ 3

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4

I.I. Назначение подземных бункеров 4

I.2. Общие требования к проектированию подземных бункеров 6

I.3. Основные типы подземных бункеров 8

I.4. Схемы и области применения горных и механизированных бункеров 20

I.5. Структурообразование бункеров 2I

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БУНКЕРОВ . . . 24

2.I. Технологические параметры бункеров 24

2.2. Бункер в системе "конвейер-бункер-локомотивная откатка" 24

2.3. Бункер в системе "конвейер-бункер-конвейер" 25

2.4. Бункер в системе "локомотивный транспорт-бункер-конвейер" 27

2.5. Бункер у подготовительного забоя 29

2.6. Бункер в околоствольном дворе 29

2.7. Выбор уставок производительности разгрузки бункеров в конвейерных системах 30

2.8. Выбор технологических параметров бункеров с помощью имитационной модели 32

3. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ БУНКЕРОВ 33

3.I. Рекомендации по выбору основных конструктивных параметров бункеров 33

3.2. Определение геометрического объема и вместимости горных бункеров 37

3.3. Выбор и расчет крепи горных бункеров 39

3.4. Выбор средств разгрузки горных бункеров 43

3.5. Выбор средств для снижения ударных нагрузок и степени переизмельчения аккумулируемого материала в бункере. Расчет параметров спиральных спусков 45

4. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ БУНКЕРОВ . . . 49

4.I. Определение допустимых габаритных размеров бункеров . . 49

4.2. Выбор конструктивных параметров конвейерных бункеров . 5I

4.3. Выбор режимных параметров конвейерных бункеров 53

4.4. Тяговый расчет конвейерных бункеров 55

4.5. Определение параметров бункеров с движущимися бортами . 58

4.6. Расчет люковых и щелевых бункеров 62

4.7. Расчет бункеров с погрузочно-разгрузочным органом . . . 63 лобового действия

5. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫМИ БУНКЕРАМИ 64

5.I. Общие требования к системам управления бункерами . . . 64

5.2. Общие требования к сигнализации и блокировке 66

6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ 68

6.I. Меры безопасности при строительстве горных бункеров. . 68

6.2. Эксплуатация горных бункеров 69

6.3. Монтаж и наладка механизированных бункеров 70

6.4. Меры безопасности при эксплуатации механизированных бункеров 72

6.5. Расчет экономической эффективности применения бункеров. 73

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 74

Приложение I. Схемы применения горных бункеров 77

Приложение 2. Схемы применения механизированных бункеров . . 89

Приложение 3. Характеристики грузопотоков угля из очистных забоев 98

Приложение 4. Буквенные обозначения I03

"ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РАСЧЕТУ, ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ"

Редактор С.С.Белецицкая
Корректор Т.П.Ушакова

УП 00830 Подписано в печать 9.07.1985
Тираж 1200 экз., Заказ № 1224
Ротапринт ДИТИ Караганда, Б.Мира.74а

gost.e-ecolog.ru