МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫБОРУ ТИПОВ ЦБЗ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЮ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Москва 1975

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫБОРУ ТИПОВ ЦБЗ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЮ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Одобрены Техническим управлением Минтрансстроя

Москва 1975

УДК 666.972.56.031.004.17(075.5)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОВ ЦБЗ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЮ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. М.,Союздорнии,1975.

Изложены основные принципы выбора оптимальных типов ЦБЗ и их размещения в условиях линейного дорожного строительства.

Рассмотрены методы определения производственных и транспортных затрат на приготовление и транспортирование малоподвижных бетонных смесей.

"Методические рекомендации" предназначены для использования дорожными проектными и строительными организациями при размещении и эксплуатации производственных предприятий для приготовления бетонной смеси.

Табл. 4, рис. 6.

© СОЮЗДОРНИИ 1975 г.

УДК 666.972.56.031.004.17(075.5)

Предисловие

Возрастающие объемы и темпы строительства автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями требуют значительных капиталовложений, эффективность которых во многом будет определяться рациональным выбором типов и мощностей ЦБЗ и их размещением в условиях линейного дорожного строительства.

Доставка бетонной смеси в автомобилях-самосвалах приводит к потерям бетонной смеси в пути, а также при загрузке и выгрузке, снижению ее качественных показателей, затратам ручного труда и т.д. Потери при транспортировании достигают 3,5%. Кроме того, доставка бетонной смеси ограничена технологическими пределами во времени (0,5-1,5 час) в зависимости от температурных и дорожных условий. Применение специальных транспортных средств (автомобилей-бетоносмесителей и бетоновозов) в целях сохранения качества перевозимых смесей связано со значительным увеличением стоимости их доставки. Использование передвижных ЦБЗ не исключает во многих случаях наличия дорогостоящих прирельсовых базисных складов для хранения и выдачи компонентов цементобетонной смеси.

Поэтому одним из основных вопросов при организации и размещении производства цементобетонных смесей в дорожном строительстве является рациональный выбор типа предприятия и средств для приготовления и транспортирования смесей.

В "Методических рекомендациях по выбору типов ЦБЗ и их размещению при строительстве автомобильных дорог" показана эффективность использования и размещения передвижных ЦБЗ, даны методы экономической оценки

производства и доставки бетонной смеси с учетом особенностей ведения дорожно-строительных работ.

Настоящие "Методические рекомендации" предназначены для использования проектными и дорожно-строительными организациями.

"Методические рекомендации" составил инж. В.В.Силкин под руководством кандидатов технических наук М.И.Вейцмана, Б.С.Марышева.

В сборе и обработке материалов принимали участие инженеры Е.Г.Янбых, Л.С.Мишунина.

Замечания и пожелания просьба направлять по адресу: 143900 Московская область, г.Балашиха-6, Союздорнии.

Общие положения

1. В практике строительства цементобетонных покрытий существует два основных способа ведения работ:

приготовление цементобетонной смеси на стационарных бетонных заводах с доставкой ее к месту укладки в автомобилях-самосвалах или специальными транспортными средствами (автомобилями-бетоновозами или бетоносмесителями);

дозирование компонентов бетонной смеси и транспортирование ее к местам потребления в автобетоносмесителях и секционных автомобилях-самосвалах.

Оба способа имеют свои преимущества и недостатки.

2. Первый способ обеспечивает высокое качество приготовления бетонной смеси. Однако при этом способе ограничивается дальность транспортирования цементобетонной смеси технологически допустимыми для данного материала пределами времени.

Кроме того, перебазирование стационарного ЦБЗ со складским хозяйством при скоростном строительстве автомобильных дорог связано со значительными потерями времени и большими капитальными затратами.

В целях сохранения качества готовых смесей при их транспортировании на дальние расстояния за рубежом широко используются автомобили-бетоносмесители и бетоновозы с побуждением и без побуждения смеси в пути.

Автомобили-бетоновозы без побуждения смеси в пути экономичнее автомобилей-бетоносмесителей. Однако область их применения также имеет технологические пределы. Применение малопроизводительных и дорогостоящих автобетоносмесителей эффективно при

обеспечении смесями малых объемов бетонных работ, выполняемых на больших расстояниях от центрального завода.

3. При втором способе ведения работ с применением отдозированных на стационарных заводах порций сухой смеси перемешивание осуществляется либо в автобетоносмесителях, либо на линии в дорожных бетономешалках. Этот способ в случае использования секционных автомобилей-самосвалов имеет ряд преимуществ: дает возможность транспортировать отдозированные смеси на любые экономически оправданные расстояния, обеспечивает получение на месте работ примерно одинаковой удобоукладываемости, высокой пластичности бетонной смеси, а иногда сокращает расстояния транспортирования воды.

К недостаткам этого способа относят: невозможность получения в автобетоносмесителях и дорожных бетономешалках малоподвижных бетонных смесей с осадкой конуса 2–3 см, а также необходимость применения дорогостоящего транспорта.

4. В СССР и за рубежом все большее распространение получает технология работ с применением прирельсовых передвижных легко передислоцируемых ЦБЗ, работающих совместно с инвентарными прирельсовыми базисными складами.

Применение передвижных ЦБЗ, представляющих собой комплексы технологического оборудования и смонтированных на специальных большегрузных прицепах или трайлерах, позволяет в значительной мере объединить достоинства рассмотренных выше двух способов строительства и обеспечить:

скоростное строительство автомобильных дорог с цементобетонным покрытием при различных сочетаниях природных и технических условий;

сохранение качества готовых смесей при транспортировании на небольшие расстояния в обычных автомобилях-самосвалах;

снижение потребного количества автомобильного транспорта для перевозки смесей;

эффективное использование большегрузного автомобильного транспорта в течение не только строительного сезона, но и всего года;

улучшение организации строительного процесса и повышение эффективности использования машин и оборудования.

5. Передвижные ЦБЗ состоят из дозировочного и смесительного отделений, складов цемента и заполнителей, передвижных компрессионных установок и электростанций.

В состав дозировочного отделения входят расходные емкости (бункеры) для заполнителей и цемента, дозаторы, сборный транспортер или передаточная тележка.

Емкость бункеров дозировочного отделения рассчитана на непрерывную работу завода с наивысшей производительностью в течение 15-60 мин. Заполнение бункеров сырьем производится фронтальными одноковшовыми погрузчиками и автомобилями-цементовозами.

Передвижной склад цемента состоит из набора силосных емкостей, содержащих запас материала на 1-10 час работы.

Передвижные смесительные установки различной производительности могут не только выдавать готовые смеси, но и загружать автобетоносмесители отдозированными компонентами бетона.

Методическая оценка факторов, определяющих выбор типов ЦБЗ при их размещении в условиях линейного дорожного строительства

6. Рациональное размещение предприятий по приготовлению бетонной смеси для строительства автомобильных дорог определяется следующими факторами:

объемами и темпами строительства;

обеспеченностью сырьем;

условиями транспортирования и укладки бетонной смеси;

сезонностью дорожно-строительных работ.

7. Ни один из этих факторов в отдельности не является решающим. Их сочетание определяет выбор типов ЦБЗ и их размещение.

8. Мощность предприятия связана линейной зависимостью с темпом строительства (рис.1). Увеличение мощности ведет к увеличению объемов складов и расходных бункеров материалов, количества или объемов смесителей, объемов погрузочно-разгрузочных работ и удлинению транспортных коммуникаций.

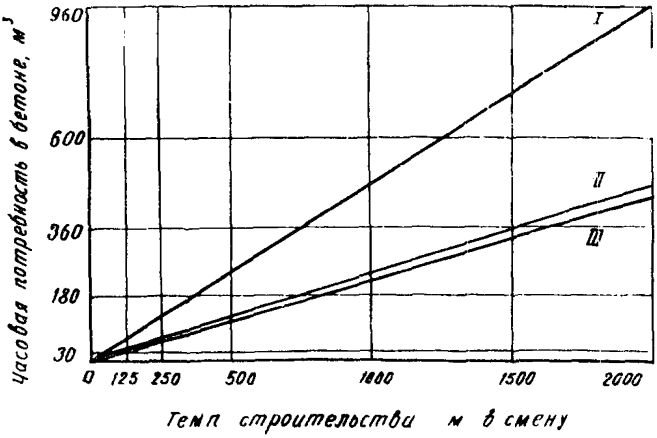


Рис.1. Зависимость производительности ЦБЗ от темпа строительства и категории (I–III) автомобильной дороги

Максимальная дальность возки свежеприготовленных бетонных смесей в зоне действия завода 60 км при темпах строительства 150–250 пог.м в смену сос-

тавляет 50 км, что превышает предельно допусти м ы й радиус действия ЦБЗ при перевозках бетонной смеси в обычных самосвалах. Поэтому возникает необходимость перебазировать ЦБЗ (рис.2) чаще, чем через 150-250 смен, что резко ограничивает использование стационарных ЦБЗ.

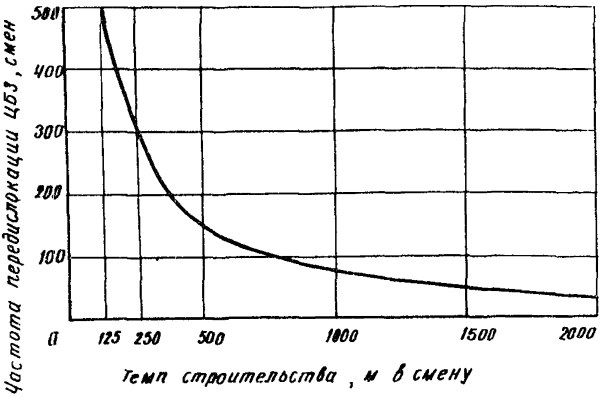


Рис.2. Зависимость частоты передислокации от темпа строительства в смену (при среднем плече возки 15 км, т.е. зона действия завода 60 км)

Зону действия стационарного предприятия можно значительно расширить за счет использования автобетоно - смесителей или передвижных ЦБЗ, снабжаемых материалами со стационарных баз.

9. Значительное удаление производственных предприятий дорожного строительства от фиксированных источников снабжения компонентами и сезонность производства дорожно-строительных работ (поставки материалов промышленными карьерами и цементными заводами осуществляется круглогодично, а расходование этих мате - риалов для приготовления смесей сезонно) приводит к дополнительным расходам на устройство складов, внутри-

заводское транспортирование и хранение больших запасов материалов. Это, с одной стороны, влияет на себестоимость единицы готовой продукции, а с другой - определяет неизбежность использования стационарных ЦБЗ или баз по переработке основных компонентов смеси для снабжения передвижных предприятий.

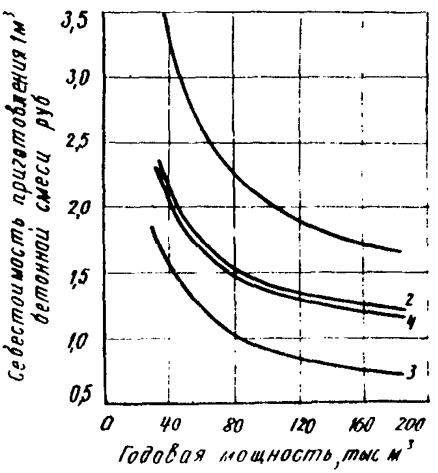


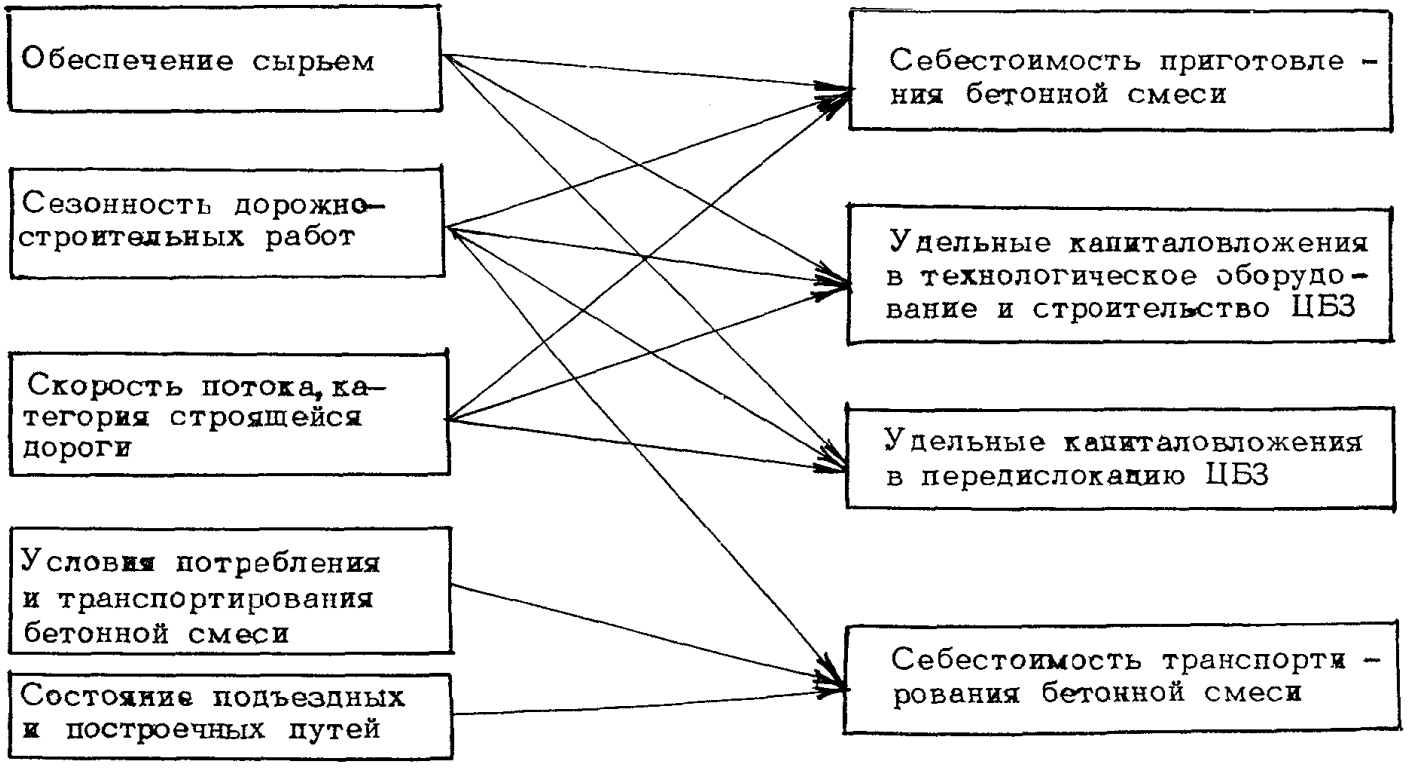
Рис.3. Зависимость себестоимости приготовления 1м³ бетонной смеси от мощности и типа ЦБЗ: 1-стационарные ЦБЗ; 2-инвентарные базы; 3-передвижные ЦБЗ (сборно-разборные); 4-передвижные ЦБЗ смонтированные на колесном ходу

10. Сезонность дорожно-строительных работ существенно влияет также и на мощность ЦБЗ и себестоимость приготовления и транспортирования смесей (в особенности для специальных транспортных средств - автомобилей-бетоносмесителей), а также на количество передислокаций стационарных и передвижных предприятий.

11. Производственное предприятие для приготовления бетона не может быть расположено в произвольно выбранной точке. При выборе места необходимо учитывать: наличие в данном районе или поблизости от него источников сырья и воды; возможность подведения дешевой электроэнергии и газового топлива; наличие транспортных путей; климатические условия и т.д.

12. Общую величину затрат и влияние на нее факто-

Факторы, влияющие на приведенные затраты на приготовление, транспортирование и укладку бетонной смеси



ров связанных с приготовлением и укладкой бетонной смеси, можно представить схематически (см.схему).

13. Размещение ЦБЗ в дорожном строительстве – процесс, определяемый большим числом взаимосвязанных факторов, экономическую оценку которых и степень их воздействия на приведенные затраты по приготовлению и транспортированию бетонной смеси можно произвести с помощью статистических и экономико-математических методов.

Это облегчает решение задачи выбора типов ЦБЗ и их оптимального размещения при строительстве автомобильных дорог.

В связи с этим необходимо учесть влияние перечисленных факторов в системе показателей затрат (критерий оптимальности), определяющих оптимальный выбор типов ЦБЗ и их размещение при строительстве автомобильных дорог.

Постановка задачи и методика ее решения

14. Использование передвижных предприятий связано с незначительными, по сравнению с передислокацией стационарных ЦБЗ, затратами, но вместе с тем применение их во многих случаях не исключает наличия прирельсовых базисных складов для хранения компонентов цементобетонной смеси.

15. Одним из основных вопросов организации производства цементобетонных смесей является целесообразность комбинированного использования стационарных и передвижных предприятий. Для конкретных условий эффективность применения только передвижных ЦБЗ, или их применение совместно с инвентарными базами хранения материалов по сравнению со стационарными предприятиями можно определить лишь технико-экономическими расчетами по специально разработанной методике.

16. В основу методики выбора типов ЦБЗ и их размещения положен комплексный метод изучения звеньев всего технологического процесса устройства покрытий (приготовление, транспортирование и выгрузка смесей) с обязательным рассмотрением возможности использования передвижных ЦБЗ.

17. При решении задачи рационального размещения ЦБЗ надо рассматривать различные варианты снабжения бетоном: только стационарными или только передвижными, или сочетанием стационарных и передвижных ЦБЗ. Необходимо также предусмотреть возможность перевозки смеси различными средствами автомобильного транспорта: автомобилями-самосвалами, бетоновозами, бетоносмесителями.

18. Целесообразность применения передвижных ЦБЗ по сравнению со стационарными необходимо в каждом конкретном случае рассматривать с учетом возможной передислокации не только передвижных, но и стационарных ЦБЗ. Пункты их размещения на весь планируемый период и частоту передислокации следует определять в соответствии с установленным критерием оптимальности, чтобы приведенные затраты на приготовление и перевозку бетонной смеси за весь период строительства были минимальными.

19. При ограниченном количестве возможных пунктов производства и укладки бетонных смесей экономическая эффективность $Э$ применения стационарного или передвижного ЦБЗ, или того и другого, в соответствии с критерием оптимальности, определяется путем сопоставления приведенных суммарных затрат на единицу продукции следующими уравнениями:

$$Э = \sum_{i=1}^{n} N_i \left(R_1^i - R_2^i\right); \quad Э = \sum_{i=1}^{n} N_i \left(R_1^i - R_3^i\right), \qquad (1)$$

где N_i – годовая производительность передвижных ЦБЗ, м³;

R_1^i – приведенные затраты на производство 1 м^3 бетонной смеси стационарными предприятиями, руб;

R_2^i – приведенные затраты на производство 1 м^3 бетонной смеси передвижными предприятиями, руб;

R_3^i – приведенные затраты на производство 1 м^3 бетонной смеси передвижными и инвентарными предприятиями, руб.

20. В связи с тем, что передвижные ЦБЗ могут быть введены в эксплуатацию быстрее, чем стационарные, необходимо учитывать дополнительный эффект $Э_д$ от ускорения ввода в эксплуатацию объекта:

$$Э_д = E_н K \left(T_c - T_п\right), \qquad (2)$$

где T_c – срок работ при использовании стационарных предприятий;

$T_п$ – срок работ при использовании передвижных предприятий;

$E_н$ – нормативный коэффициент народнохозяйственной эффективности ($E_н = 0{,}12$);

K – капиталовложения в строительство объекта.

21. Увеличение потребителей бетонной смеси и предприятий по ее приготовлению умножает число конкурирующих вариантов. Поэтому возникает необходимость в составлении и решении экономико-математических моделей, полнее учитывающих характер одновременного размещения стационарных и передвижных производственных предприятий, с помощью ЭВМ.

22. Расчет оптимальных схем размещения предприятий производится в следующей последовательности:

1) постановка задачи;

2) выбор критерия оптимальности и целевой функции;

3) упрощение модели из-за недостатка исходных дан

ных, из-за ограниченной возможности применения вычислительной техники и т.д.;

4) формирование системы исходной информации;

5) выбор вычислительного метода расчета оптимального варианта;

6) экономический анализ полученных результатов.

23. Для построения экономико-математической модели введем следующие обозначения:

i – возможные пункты размещения стационарных ЦБЗ ($i = 1,2,3,\ldots,m$);

ρ – возможные пункты размещения передвижных ЦБЗ ($\rho = 1,2,3,\ldots,\rho$);

μ – возможные пункты размещения инвентарных предприятий для хранения компонентов бетонной смеси ($\mu = 1,2,\ldots,M$);

j – пункты потребления бетонной смеси ($j = 1,2,\ldots,n$);

B_j – потребность j-го потребителя;

α, φ, ψ – номера вариантов развития соответственно i-го, ρ-го и μ-го предприятий; ($\alpha = 1,2,\ldots,\ell$; $\varphi = 1,2,\ldots,e$; $\psi = 1,2,\ldots,t$);

$C_i^{\alpha}, C_\rho^{\varphi}$ – себестоимость производства 1 м^3 бетонной смеси, выпускаемой соответственно на i-м и ρ-м предприятиях при α-м и φ-м вариантах их развития;

C_μ^{ψ} – себестоимость переработки компонентов, отнесенная к единице продукции, на μ-м предприятии при ψ-м варианте его развития;

$x_i^{\alpha}, x_\rho^{\varphi}$ – объемы производства продукции на i-м и ρ-м предприятиях при α-м и φ-м вариантах их развития;

x_μ^{ψ} – объем переработки компонентов на μ-м предприятии при ψ-м варианте его развития;

$K_i^{\alpha}, K_\rho^{\varphi}, K_\mu^{\psi}$ – удельные капиталовложения на 1 м^3 бетона;

$E_н$ – нормативный коэффициент народнохозяйственной эффективности ($E_н = 0{,}12$);

$Z_i^{\alpha}, Z_{\rho}^{\varphi}, Z_{\mu}^{\psi}$ – целочисленные переменные, показывающие, входит ли в план строительство соответственно предприятий в i -м, ρ -м и μ -м пунктах при α -м, φ-м, ψ-м вариантах их развития;

$C_{ij}, C_{\rho j}$ – транспортные затраты на перевозку $1 м^3$ бетонной смеси от i -го и ρ -го предприятий до j -го потребителя;

$C_{\mu\rho}$ – затраты на перевозку компонентов от μ -го предприятия до ρ -го, отнесенные к единице продукции;

$x_{ij}, x_{\rho j}$ – объемы перевозок готовой бетонной смеси от i -го и ρ -го предприятий до j -го потребителя;

$x_{\mu\rho}$ – объем перевозок компонентов бетонной смеси от μ -го до ρ -го предприятия;

$U_i^{\alpha}, U_{\rho}^{\varphi}, U_{\mu}^{\psi}$ – удельные затраты на передислокацию стационарных и передвижных предприятий в планируемый период времени.

Из множества вариантов требуется найти такие типы стационарных и мобильных предприятий и пункты их размещения, которые обеспечили бы минимум суммарных затрат на приготовление, транспортирование и укладку бетонной смеси, т.е. найти:

$$\min \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{\alpha=1}^{z}\left[\left(C_i^{\alpha}+EK_i^{\alpha}\right)+C_{ij}+U_{ij}^{\alpha}\right]x_{ij}Z_i^{\alpha}+$$

$$+\sum_{\rho=1}^{\rho}\sum_{j=1}^{n}\sum_{\varphi=1}^{e}\left[\left(C_{\rho}^{\varphi}+EK_{\rho}^{\varphi}\right)+C_{\rho j}+U_{\rho}^{\varphi}\right]X_{\rho j}Z_{\rho}^{\varphi}+$$

$$+\sum_{\mu=1}^{\mu}\sum_{\rho=1}^{\rho}\sum_{\psi=1}^{t}\left[\left(C_{\mu}^{\psi}+EK_{\mu}^{\psi}\right)+C_{\mu\rho}+U_{\mu}^{\psi}\right]X_{\mu\rho}Z_{\mu}^{\psi} \qquad (3)$$

при следующих ограничениях:

– количество готовой продукции и ее компонентов, вывозимых со стационарных и передвижных ЦБЗ, не может быть величиной отрицательной, т.е.:

$$\begin{aligned} x_{ij} &\geqslant 0 ; \\ x_{\rho j} &\geqslant 0 ; \\ x_{\mu\rho} &\geqslant 0 ; \end{aligned} \qquad (4)$$

– продукция стационарных и передвижных ЦБЗ должна полностью потребляться, т.е.:

$$\begin{aligned} x_i^{d} &= \sum_{j=1}^{n} x_{ij} ; \\ x_{\rho}^{\varphi} &= \sum_{j=1}^{n} x_{\rho j} ; \\ x_{\mu}^{\psi} &= \sum_{\rho=1}^{P} x_{\mu\rho} ; \end{aligned} \qquad (5)$$

– производство и потребление должны быть сбалансированы, т.е.:

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} + \sum_{\rho=1}^{P} x_{\rho j} = B_j . \qquad (6)$$

24. Рассматриваемая модель является общей. Из нее вытекают все частные случаи:

1) при $m = 0$ получаем статическую модель комбинированного размещения инвентарных баз и передвижных ЦБЗ;

2) $P = 0$, $M = 0$ получаем статическую модель размещения стационарных ЦБЗ;

3) $m = 0$, $M = 0$ получаем статическую модель размещения передвижных ЦБЗ.

Исходная информация

25. Для решения поставленной задачи требуются следующие исходные данные:

длина трассы автомобильной дороги и темп ее строительства;

обозначение объектов укладки бетонной смеси;

пункты возможного размещения стационарных и передвижных ЦБЗ;

расстояние между пунктами возможной дислокации стационарных и передвижных ЦБЗ;

расстояние перевозки готовой смеси и ее компонентов автомобильным транспортом от пунктов размещения стационарных и передвижных предприятий до пунктов потребления с указанием категорий дорог;

величины текущих и единовременных затрат на производство бетонных смесей;

величины удельных затрат на перевозку готовой смеси и ее компонентов различными видами транспорта;

величины удельных затрат на перебазирование стационарных и передвижных ЦБЗ.

Применение экономико-математических методов с использованием ЭВМ будет эффективным только в том случае, если в расчетах используются достаточно точные исходные данные.

26. Расчет потребности в бетонной смеси следует производить по нормам расхода на 1 км покрытия строящейся автомобильной дороги с учетом ее типа и категории. При этом объектами потребления можно считать условно выбранные участки строящейся трассы.

27. Темп строительства (скорость строительного потока) определяет производительность ЦБЗ, а также срок строительства автомобильной дороги.

28. Стационарные ЦБЗ и базы для хранения материалов в первую очередь размещаются вблизи железнодо -

рожных станций в районе строительства автомобиль - ных дорог. При этом необходимо учитывать возмож - ность устройства подъездного железнодорожного пути и расположения разгрузочного, бетоносмесительного и другого оборудования.

29. Стационарные ЦБЗ следует размещать прежде всего в тех местах, где имеются прирельсовые разгру - зочные базы или намечается их строительство.

30. Для оценки возможности размещения ЦБЗ необ - ходимо иметь данные о расположении цементных заво - дов и карьеров нерудных материалов, пригодных для приготовления высококачественных бетонных смесей, а также о наличии в районе завода рабочей силы, источ - ников электро- и водоснабжения и т.д.

Метод определения приведенных затрат на производство бетонных смесей в стационарных и передвижных ЦБЗ

31. Себестоимость приготовления бетонной смеси по каждому типу предприятий складывается из различных статей расхода, основными из которых (без учета стои - мости компонентов бетонной смеси) являются: затраты на эксплуатацию машин и оборудования, содержание зда - ний и сооружений; заработная плата обслуживающему персоналу; накладные расходы.

32. Зависимость себестоимости приготовления смеси для различных типов ЦБЗ (баз) имеет вид гипе́рболы (см.рис.3) и выражается уравнением

$$y = a + \frac{b}{x}, \qquad (7)$$

где a и b - постоянные коэффициенты;

x - мощность предприятий по производству бетонной смеси тыс.м^3.

Полученные по уравнению (7) математические зави-

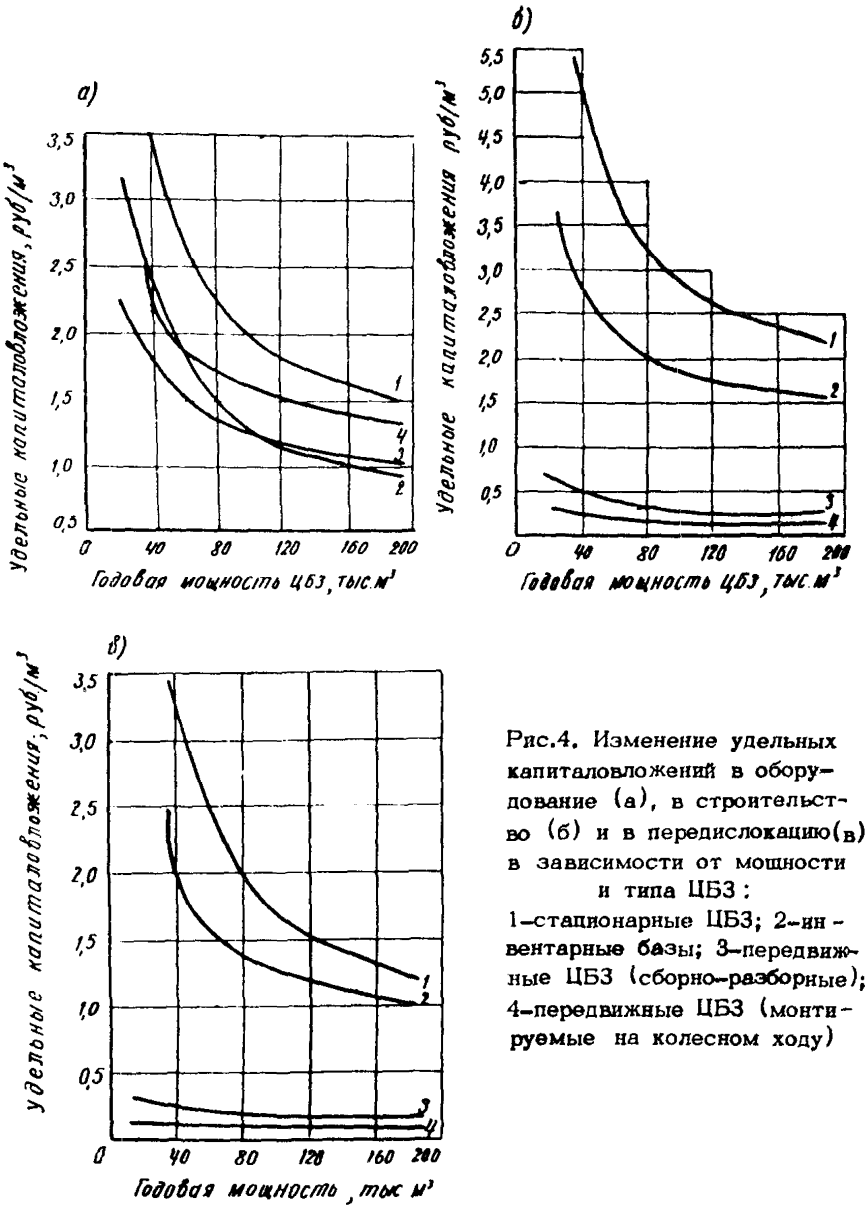


Рис.4. Изменение удельных капиталовложений в оборудование (а), в строительство (б) и в передислокацию(в) в зависимости от мощности и типа ЦБЗ:
1–стационарные ЦБЗ; 2–инвентарные базы; 3–передвижные ЦБЗ (сборно–разборные); 4–передвижные ЦБЗ (монтируемые на колесном ходу)

Тип предприятия	Удельные капиталовложения в оборудование K
Стационарные ЦБЗ	$K = 1{,}0 + \frac{98{,}8}{X}$
Инвентарные базы хранения дорожно-строительных материалов	$K = 0{,}515 + \frac{78{,}82}{X}$
Передвижные сборно-разборные ЦБЗ	$K = 0{,}79 + \frac{43{,}53}{X}$
Передвижные ЦБЗ, монтируемые на колесном ходу	$K = 1{,}082 + \frac{51{,}059}{X}$

симости себестоимости от мощности для различных типов ЦБЗ (при коэффициенте использования производственных мощностей равном 1) представлены в табл.1.

33. Капиталовложения в оборудование, строительство или передислокацию стационарных и передвижных ЦБЗ определяются из технико-экономической части типовых проектов. Эти значения должны быть скорректированы с учетом новых оптовых цен, введенных в действие с 1 января 1971 г. (постановление Госстроя СССР от 7 июня 1970 г. № 77 "Об утверждении индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ и поправочных территориальных коэффициентов").

34.Анализ статей по единовременным затратам в оборудование, строительство или передислокацию предприятий показал, что и изменение удельных капиталовложений (рис.4а,б,в) в зависимости от мощности так-

Таблица 1

капиталовложения, руб/м³		Себестоимость приготовления 1 м³ бетона C_1
в строительство предприятия K_1	в передислокацию предприятия K_2	
$K_1 = 1{,}365 + \frac{147{,}765}{X}$	$K_2 = 0{,}663 + \frac{102{,}4}{X}$	$C_1 = 1{,}176 + \frac{84{,}71}{X}$
$K_1 = 1{,}1764 + \frac{64{,}706}{X}$	$K_2 = 0{,}758 + \frac{49{,}4}{X}$	$C_1 = 1{,}0 + \frac{45{,}0}{X}$
$K_1 = 0{,}14 + \frac{13{,}29}{X}$	$K_2 = 0{,}118 + \frac{4{,}7}{X}$	$C_1 = 0{,}494 + \frac{42{,}35}{X}$
$K_1 = 0{,}107 + \frac{4{,}59}{X}$	$K_2 = 0{,}084 + \frac{0{,}824}{X}$	$C_1 = 0{,}953 + \frac{42{,}35}{X}$

же подчинено гиперболическому закону. Установленные корреляционные зависимости удельных капиталовложений от мощности и типа ЦБЗ представлены в табл. 1.

Методы расчета приведенных затрат на доставку готовых и сухих бетонных смесей

35. Для оценки эффективности выбора и использования транспортных средств следует основываться на величине приведенных затрат, являющихся эксплуатационными показателями.

36. Величина приведенных затрат на перевозку материалов определяется дорожными условиями, дальностью возки, типом автомобильного транспорта и их годовым режимом работы.

При составлении экономических моделей транспортных затрат на перевозку бетонной смеси следует учитывать дополнительные затраты, связанные с перевозкой малоподвижных бетонных смесей на различные расстояния.

37. Расчет приведенных эксплуатационных удельных затрат $П_{уд}$ на перевозку бетонной смеси автомобильным транспортом следует вести по следующей формуле:

$$П_{уд} = С_{уд} + Е_н К_{уд} , \qquad (8)$$

где $С_{уд}$ – себестоимость транспортирования единицы продукции, руб;

$К_{уд}$ – удельные капиталовложения в автомобильный транспорт на единицу продукции, руб;

$Е_н$ – коэффициент экономической эффективности.

Себестоимость единицы продукции определяется по формуле

$$С_{уд} = С + З \cdot К_{прит} , \qquad (9)$$

где $С$ – себестоимость единицы продукции, руб;

$З$ – заработная плата рабочим на единицу продукции, руб;

$К_{прит}$ коэффициент, характеризующий отношение стоимости прибавочного продукта к заработной плате, принимаемый равным 1,1.

Подставляя значения слагаемых в формулу (9), будем иметь

$$П_{уд} = С + З \cdot К_{прит} + Е_н \cdot К_{уд} . \qquad (10)$$

38. Себестоимость перевозки и доля заработной платы в ней могут определяться по формулам:

$$C_{уд} = A + B\ell \; ; \qquad (11)$$

$$З_{уд} = C + D\ell \; , \qquad (12)$$

где A – затраты на эксплуатацию автотранспортных средств в расчете на 1 м^3 продукции, не зависящие от расстояния ее перевозки, руб;

B – затраты на эксплуатацию автотранспортных средств в расчете на перевозку 1 м^3 бетонной смеси на расстояние 1 км, руб;

C – доля заработной платы в затратах A, руб;

D – доля заработной платы в затратах B, руб;

ℓ – расстояние возки бетонной смеси, км.

39. Величины A, B, C и D определяют по формулам:

$$A = \frac{P \cdot C_{час} \cdot t}{2q\gamma\beta\alpha} \; ; \qquad (13)$$

$$B = \frac{P(C_{час}\tau + C_{км})}{q\gamma\beta\alpha} \; ; \qquad (14)$$

$$C = \frac{P З_{км} \cdot t}{2q\gamma\beta\alpha} \; ; \qquad (15)$$

$$D = \frac{(З_{час} \cdot \tau + З_{км})}{q\gamma\beta\alpha} \; , \qquad (16)$$

где $C_{час}$ – величина постоянных эксплуатационных расходов на 1 машино-час работы, руб/час;

$З_{час}$ – доля заработной платы в составе постоянных эксплуатационных расходов на 1 машино-час работы, руб/час;

$C_{км}$ – величина переменных эксплуатационных расходов на 1 км пробега, руб/км;

$З_{км}$ – доля заработной платы в составе переменных эксплуатационных расходов на 1 км пробега, руб/км;

ρ – объемный вес бетонной смеси, т/м^3;

q – полезная грузоподъемность автомобиля, т;

t – потери времени при маневрировании, в процессе погрузки и разгрузки и за счет уменьшения скорости в начале и в конце пути, час;

γ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства, принимаемый за 1;

β – коэффициент использования пробега, принимаемый за 0,5;

α – коэффициент перехода к среднечасовой производительности принимаемый равным 0,8

τ – время пробега автомобилем 1 км, час.

40. Удельные капиталовложения на перевозку смеси $К_{уд}$ зависят от годовой производительности автомобильного транспорта и определяются по формуле

$$К_{уд} = N \frac{E(К - Ц_л)}{П_{э.год}}, \qquad (17)$$

где E – коэффициент эффективности;

$К$ – капитальные вложения на эксплуатацию одного автомобиля, руб;

$Ц_л$ – ликвидная стоимость автотранспортных средств, принимаемая равной 0,1 $К$, руб;

$П_{э.год}$ – годовая производительность одного автомобиля, м^3;

N – коэффициент уменьшения удельных капиталовложений для автомобилей-самосвалов.

41. Удельные капиталовложения на перевозку 1 м^3 сухой смеси при раздельном транспортировании автомобилями-самосвалами и цементовозами зависят от годовой производительности автотранспортных средств при перевозке щебня (песка) и цемента и определяются по формуле

$$\frac{(K_1 - Ц'_л)\alpha}{П_{э\ год.\ сам}} + \frac{(K_2 - Ц''_л)\beta}{П_{э.\ год.\ цем}}, \qquad (18)$$

где K_1 – капитальные вложения на один автомобиль-самосвал, руб;

K_2 – то же на автоцементовоз, руб;

$Ц'_л, Ц''_л$ – ликвидные стоимости транспортных средств, принимаемые равными 0,1 соответственно от K_1 и K_2, руб;

α – коэффициент расхода щебня и песка на 1 м^3 бетонной смеси;

β – коэффициент расхода цемента на 1 м^3 бетонной смеси;

$П_{э.год.сам}$ – годовая производительность автомобиля-самосвала, т;

$П_{э.год.цем}$ – годовая производительность автомобиля-цементовоза, т.

42. Годовую производительность автотранспортных средств находим по формуле

$$П_{э.год} = \frac{V_т\ q\ \gamma\alpha}{(t V_t + 2\ell)\rho}\, m, \qquad (19)$$

где V_t – среднетехническая скорость автомобилей с грузом и без груза;

ℓ – дальность транспортирования смеси, км.

m – рабочее время автомобильного транспорта в году, час.

Таблица 2

Транспортные средства	Грузоподъемность, тс	Габаритная площадь автомобиля, $м^2$	Коэффициент приведения по габаритной площади	Капитальные вложения, тыс.руб			
				в материально-техническую базу	на приобретение транспортного средства	на строительство дорог	всего
Автомобили-самосвалы:							
ЗИЛ-ММЗ-555	4,5	13,1	0,79	2020	3370	2596	7986
МАЗ-503Б	7	15,4	0,93	2410	6560	1440	10410
КрАЗ-256Б	12	21,4	1,30	3370	9740	2510	15620
Автобетоновоз емкостью 3 $м^3$ на базе МАЗ-500	7	16	0,96	2435	7985	1440	11860
Автобетоносмесители:							
С-942(СБ-58)		22,3	1,35	3596	17550	2510	22756
С-1036(СБ-69)		16	1,03	2670	16000	1440	20110
СБ-83		27,3	1,66	4300	21400	4800	30500
Автоцементовозы ТЦ-6	13,5	23,13	1,39	3612	13000	4900	21512

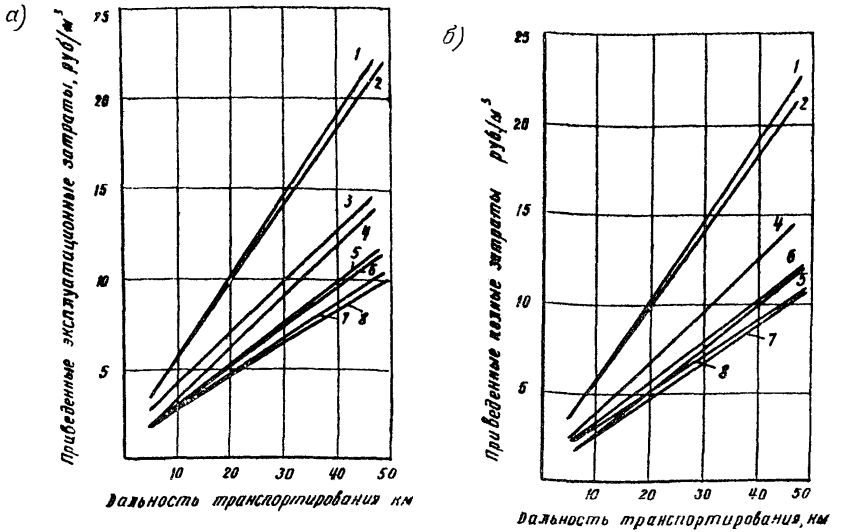


Рис.5. Изменение приведенных эксплуатационных (а) и полных (б) затрат на транспортирование бетонной смеси в зависимости от дальности и типа транспортных средств (III категория дороги): 1–автобетоносмеситель СБ–89; 2–то же СБ–58; 3–то же СБ–83; 4–самосвал ЗИЛ–ММЗ–555; 5–автобетоновоз емкостью 3 м^3 6–самосвал МАЗ–503Б; 7–автобетоновоз емкостью 5м^3; 8–самосвал

Остальные обозначения расшифрованы в формулах (13)-(16)

43. Капиталовложения на эксплуатацию автомобильного транспорта определены по общепринятым рекомендациям и представлены в табл. 2.

44. Удельный вес дорожной составляющей в себе - стоимости перевозок в соответствии с общепринятыми рекомендациями может быть:

для дорог 1 категории - 5%;

для дорог II категории - 8,5%;

для дорог III и 1У категории - 18%.

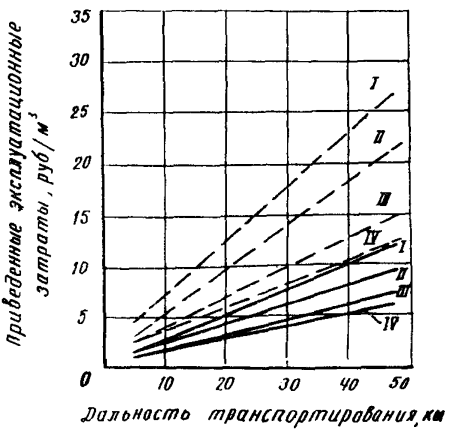


Рис.6. Изменение приведенных эксплуатационных затрат от дальности транспортирования по дорогам различных категорий (1-1У):
– – – – автобетоносмеситель СБ-58;
——— самосвал КрАЗ-256Б

45. Итоговые расчетные зависимости приведенных эксплуатационных затрат на транспортирование смесей с учетом типа автотранспортных средств и характер их изменения показаны в табл.3 и на рис.5 а, рис.6

46. Использование автомобилей-самосвалов связано с дополнительными затратами вследствие их непригодности для перевозки бетонных смесей, что приводит к потерям смеси в пути, снижению ее качест-

Транспортные средства	Готовый бетон			
	Категория дороги			
	I	II	III	IУ
Автомобили-самосвалы:				
ЗИЛ-ММЗ-555	0,494+ 0,165ℓ	0,501+ 0,202ℓ	0,540+ 0,275ℓ	0,540+ 0,358ℓ
МАЗ-503Б	0,463+ 0,134ℓ	0,473+ 0,169ℓ	0,505+ 0,222ℓ	0,505+ 0,279ℓ
КрАЗ-256Б	0,508+ 0,116ℓ	0,517+ 0,144ℓ	0,553+ 0,190ℓ	0,552+ 0,258ℓ
Автобетоновозы:				
емкостью 3м^3 на базе МАЗ	0,489+ 0,137ℓ	0,500+ 0,175ℓ	0,533+ 0,230ℓ	0,533+ 0,289ℓ
емкостью 5м^3 на базе КрАЗ	0,526+ 0,120ℓ	0,542+ 0,150ℓ	0,580+ 0,198ℓ	0,580+ 0,247ℓ
Автобетоносмесители:				
С-942 (СБ-58)	1,259+ 0,227ℓ	1,291+ 0,284ℓ	1,378+ 0,416ℓ	1,378+ 0,534ℓ
С-1036 (СБ-69)	1,128+ 0,229ℓ	1,146+ 0,292ℓ	1,228+ 0,440ℓ	1,228+ 0,565ℓ
СБ-83	1,225+ 0,147ℓ	1,216+ 0,186ℓ	1,298+ 0,275ℓ	1,298+ 0,356ℓ

Таблица 3

Сухая смесь			
Категория дороги			
I	II	III	IУ
0,382+ 0,149 ℓ	0,389+ 0,183 ℓ	0,418+ 0,251 ℓ	0,418+ 0,326 ℓ
0,382+ 0,125 ℓ	0,391+ 0,155 ℓ	0,420+ 0,219 ℓ	0,420+ 0,257 ℓ
0,385+ 0,110 ℓ	0,394+ 0,138 ℓ	0,424+ 0,185 ℓ	0,424+ 0,230 ℓ
0,391+ 0,128 ℓ	0,402+ 0,162 ℓ	0, 431+ 0,224 ℓ	0,430+ 0,264 ℓ
0,392+ 0,115 ℓ	0,406+ 0,163 ℓ	0,432+ 0,193 ℓ	0,432+ 0,240 ℓ
0,882+ 0,216 ℓ 0,787+ 0,219 ℓ	0,903+ 0,271 ℓ 0,795+ 0,280 ℓ	0,954+ 0,397 ℓ 0,842+ 0,418 ℓ	0,954+ 0,509 ℓ 0,847+ 0,541 ℓ
0,918+ 0,148 ℓ	0,899+ 0,186 ℓ	0,954+ 0,275 ℓ	0,954+ 0,357 ℓ

венных показателей, вызывает необходимость применения ручного труда и т.д. Поэтому при оценке экономической эффективности использования специализированных и обычных транспортных средств необходимо учитывать особенности автомобилей и перевозимого дорожно-строительного материала. Математические зависимости приведенных затрат на транспортирование смесей и характер их изменения приведены в табл. 4 и на рис.5,б.

Таблица 4

Транспортные средства	Расчетная формула полных приведенных затрат на транспортирование 1 м³ бетонной смеси в зависимости от расстояния перевозки ℓ по категориям дорог			
	I	II	III	IУ
Автомобили-самосвалы:				
ЗИЛ-ММЗ-555	1,09+ 0,17ℓ	1,16+ 0,207ℓ	1,18+ 0,281ℓ	1,18+ 0,364ℓ
МАЗ-503Б	1,10+ 0,140ℓ	1,13+ 0,176ℓ	1,14+ 0,228ℓ	1,14+ 0,285ℓ
КрАЗ-256Б	1,16+ 0,122ℓ	1,18+ 0,15ℓ	1,19+ 0,196ℓ	1,19+ 0,244ℓ
Автобетоновозы:				
емкостью 3 м³ на базе МАЗ	0,55+ 0,143ℓ	0,56+ 0,180ℓ	0,591+ 0,232ℓ	0,59+ 0,290ℓ
емкостью 5 м³ на базе КрАЗ	0,60+ 0,129ℓ	0,63+ 0,157ℓ	0,67+ 0,203ℓ	0,68+ 0,250ℓ

Составление исходных матриц и метод расчета

47. На основе исходных данных необходимо составить матрицы решения данной задачи, имея в виду следующее:

1) расчет размещения ЦБЗ в зависимости от их мощности и типа следует производить на расчетный год строительства;

2) число потребителей определяется количеством условно выбранных отрезков строящейся дороги (например, 10 км), а спрос каждого потребителя - в зависимости от предполагаемой категории дороги

3) пункты возможного размещения при стационарном и комбинированном вариантах следует записывать в отдельные матрицы.

В исходные матрицы вводится фиктивный потребитель потребность которого определяется разницей между суммарной мощностью поставщиков и суммарным спросом потребителей, а затраты приравниваются к нулю. Сумма поставок каждой строки исходной матрицы определяется как разность между мощностью строки и поставкой фиктивному потребителю.

48. Решение задачи можно разделить на этапы.

Первый этап - выбор возможных вариантов размещения стационарных ЦБЗ и определение суммарных затрат на приготовление и транспортирование бетонной смеси от каждого завода до каждого потребителя различными видами транспорта. Дальность транспортирования бетонной смеси при этом не должна превышать 30 км для автомобилей-самосвалов, 40 км - для бетоновозов и 80 км - для автомобилей-бетоносмесителей.

Второй этап - выбор возможных вариантов размещения инвентарных баз хранения дорожно-строительных материалов и передвижных ЦБЗ в условиях их закрепления или постоянного перемещения в районе строительства ав-

томобильной дороги, а также определение производ - ственных и транспортных затрат на переработку ком - понентов и приготовление бетонной смеси, стоимости и числа перебазировок передвижных ЦБЗ.

Целесообразность и количество передислокаций пере - движных ЦБЗ определяются технологически возможны - ми пределами транспортирования бетонной смеси, тем - пом строительства и потребностью в бетоне на 1 км покрытия, зависящей от конструкции и категории строя - щейся дороги.

49. На первом этапе решается транспортно-производственная задача в вариантной постановке, рассматривающая процесс размещения стационарных ЦБЗ. Для ее решения используется метод, в основе которого уста - навливается максимально возможная мощность стацио - нарного ЦБЗ. Расчетом исходной матрицы определяется условно оптимальный план , по которому находятся суммарные затраты на производство и достав - ку всей продукции для реальных потребителей. Их вели - чина служит в дальнейшем для оценки последующих про - межуточных решений и характеризует нижнюю границу функционала. Это значит, что в условии данной задачи не может быть никакого распределения поставок бетон - ной смеси потребителям, величина функционала по кото - рому была бы меньше его нижней границы (если не за - нижены максимально возможные мощности).

50. Оптимальная схема распределения поставок бе - тонной смеси должна быть целочисленной.Получение це - лочисленных решений достигается определением коэффи - циента интенсивности строк исходной матрицы, который выражает отношение суммы поставок строки к ее мощ - ности. Коэффициент интенсивности реальной строки ра - вен 1, а фиктивной - 0. Коэффициент интенсивности сме - шанной строки меньше 1 или больше 0.

51. Решение считается законченным (т.е. доведен - ным до целочисленности), если коэффициенты интенсив - ности всех строк матрицы равны 0 или 1. После каждо-

го расчета, в результате которого получено нецело - численное решение, в матрице отыскивается смешанная строка, коэффициент интенсивности которой наименьший.

Для следующего расчета мощность предприятия, которому соответствует эта строка, должна быть уменьшена до следующего его дискретного значения, а также изменены мощность переходной строки и все ее показатели критерия оптимальности.

В результате каждого нового расчета величина функционала увеличивается по сравнению с функционалом предыдущего распределения. Разность между функционалом оптимальной схемы и его нижней границей определяет верхний предел отклонения полученной схемы от истинного оптимума, который должен составлять 1-2% от величины функционала.

52. Решение задачи второго этапа состоит из двух стадий: сначала определяются семейства конкурирующих планов, лежащих в зоне оптимума, а затем по каждому плану путем использования 0.0. находятся наиболее выгодные маршруты перебазирования мобильных баз и выбирается рекомендуемый план.

53. Найденные варианты планов размещения предприятий по первому и второму этапу решений удовлетворяют одну и ту же потребность, но различаются производственными способами. На основании произведенных расчетов путем сравнения величин суммарных затрат на продукцию за весь расчетный период по различным вариантам можно определить тип, мощность и размещение предприятий для производства бетонных смесей в зависимости от темпов строительства автомобильных дорог для различных конкретных условий.

54. На результат решения задачи существенное влияние может оказать фактор времени, учитывающий разновременность капитальных вложений, а также вынужденные простои передвижных ЦБЗ, связанные с их перебазированием.

55. Учет разновременных и капитальных вложений, осуществляемый путем применения формулы сложных процентов, применительно к данной задаче состоит в определении возможного размера прибыли к концу расчетного периода за счет разницы в капитальных вложениях различных лет по сравниваемым вариантам и может быть определен по формуле

$$Э_T = \sum_{t=1}^{T} \left(K_t' - K_t''\right)\left(1 + E_н\right)^{T-t}, \qquad (20)$$

где $Э_T$ – экономический эффект или прибыль, которая может быть получена за счет разновременности капитальных вложений;

T – количество лет расчетного периода;

K_t', K_t'' – капитальные вложения по годам расчетного периода для сравниваемых вариантов;

$E_н$ – коэффициент народнохозяйственной эффективности.

56. Эффективность стационарного производства $Э_н$ по сравнению с передвижным в период перебазирования и подготовки последнего к работе на новом объекте определяется по формуле

$$Э_н = \sum_{t=1}^{T} K_0 T_t \left(E_н + R\right)\left(1 + E_н\right)^{T-t}, \qquad (21)$$

где K_0 – сумма омертвленной части капиталовложений в передвижное предприятие;

T_t – время передислокации и подготовки к работе предприятия в t -м году;

R – процент годовых отчислений на реновацию.

Оглавление

	Стр.
Предисловие.	3
Общие положения.	5
Методическая оценка факторов, определяющих выбор типов ЦБЗ при их размещении в условиях линейного дорожного строительства.	7
Постановка задачи и методика ее решения.	12
Исходная информация.	18
Метод определения приведенных затрат на производство бетонных смесей в стационарных и передвижных ЦБЗ.	19
Методы расчета приведенных затрат на доставку готовых и сухих бетонных смесей.	22
Составление исходных матриц и метод расчета . .	33

Ответственный за выпуск В.Е.Губанов

Редактор Ф.Г.Кирдяшов
Корректор Ж.П.Иноземцева
Технический редактор А.В.Евстигнеева

Подписано к печати 10/XII 1974г. Формат 60x84/16
Л 81830 1,9 уч.-изд.л. Тираж 550
Заказ 25-5 2,3 печ.л. 23 коп.

Ротапринт Союздорнии

gost.e-ecolog.ru