



Д. В. Стенин А. В. Кудреватых Н. А. Стенина

ПЕРЕВОЗОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА РАЗРЕЗАХ

Учебно-методическое пособие

Кемерово 2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Д. В. Стенин А. В. Кудреватых Н. А. Стенина

**ПЕРЕВОЗОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
НА РАЗРЕЗАХ**

Учебно-методическое пособие

Кемерово 2018

УДК 622.271 (075.8)

Рецензенты:

Заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Омского государственного университета путей сообщения, доктор технических наук, профессор, Заслуженный изобретатель РФ О. А. Сидоров

Заместитель директора по эксплуатации Обособленного структурного подразделения АО «Кузбассразрезуголь» «Авотранст» В. М. Шевелев

Перевозочная деятельность на разрезах: учебно-методическое пособие / Д. В. Стенин, А. В. Кудреватых, Н. А. Стенина; КузГТУ. – Кемерово, 2018. – 59 с.

ISBN 978-5-00137-025-3

Учебно-методическое пособие включает теоретический и практический материал, необходимый для успешного изучения дисциплины. Назначение издания – помощь студентам в получении знаний в области организации перевозочной деятельности на разрезах.

Пособие подготовлено по дисциплине «Перевозочная деятельность на разрезах» для обучающихся направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Печатается по решению редакционно-издательского совета КузГТУ.

УДК 622.271 (075.8)

© КузГТУ, 2018

© Стенин Д. В.,
Кудреватых А. В.,
Стенина Н. А., 2018

ISBN 978-5-00137-025-3

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель освоения дисциплины «Перевозочная деятельность на разрезах» – изучение существующих видов карьерного транспорта, схем взаимодействия различных видов карьерного транспорта, скоростных режимах движения автосамосвалов по маршрутам и методик их определения.

Основные задачи изучения дисциплины:

- выработка навыков определения оптимальных скоростей движения автосамосвала на маршруте при перевозке полезных ископаемых и вскрышных пород;
- определения скоростных ограничений на маршруте;
- изучение схем погрузки с помощью колесных погрузчиков и экскаваторов и умение выбрать из них оптимальную схему.

Учебно-методическое пособие предназначено в помощь обучающимся направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» при изучении дисциплины «Перевозочная деятельность на разрезах».

Освоение дисциплины «Перевозочная деятельность на разрезах» направлено на формирование профессиональных компетенций:

ПК-7 – владеть готовностью к участию в составе коллектива исполнителей к разработке транспортных и транспортно-технологических процессов, их элементов и технологической документации

ПК-9 – способностью к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов.

Обучающийся должен:

знать:

- понятие транспортного процесса применительно к карьерному транспорту; последовательность операций транспортного процессам; подходы к организации транспортных процессов;
- характеристики карьерных дорог и транспортных потоков; особенности организации работы самосвалов при перевозке различных грузов; зависимости надежности и ресурса карьерных самосвалов от степени их загрузки.

уметь:

– определять целесообразный способ перемещения горной массы в карьерах; подбирать оптимальную схему подачи самосвалов под погрузку; определять рациональные схемы организации работы погрузочно-транспортного оборудования карьеров

– определять интенсивность движения по карьерным дорогам; определять оптимальные скорости движения самосвалов для любых условий эксплуатации; определять оптимальную степень загрузки самосвала с учетом динамических нагрузок на его элементы.

владеть:

– навыками составления комбинированных схем транспортных процессов; навыками составления паспортов загрузки; навыками расчета эффективности работы всех элементов транспортного процесса;

– навыками моделирования ситуации на технологических дорогах; навыками имитационного моделирования.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» изучение дисциплины «Перевозочная деятельность на разрезах» предусматривает проведение лекционных, практических занятий и самостоятельную работу студентов. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа). Промежуточный контроль – зачет (7 семестр) и экзамен по дисциплине (8 семестр).

ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Виды карьерного транспорта.
2. Экскаваторно-автомобильные комплексы карьеров.
3. Транспортные потоки в карьерах.
4. Организация транспортных потоков в карьерах.
5. Скорость движения в карьерах.
6. Степень загрузки карьерных самосвалов.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

При подготовке к практическим занятиям студенты самостоятельно изучают основную и дополнительную литературу, готовят конспекты по темам, предложенным преподавателем.

На практических занятиях преподаватель осуществляет контроль подготовки качества знаний студента, используя опрос, обсуждение вопросов по темам изучаемой дисциплины, выполнение контрольных работ, решение учебных задач и предоставление конспектов по темам для самостоятельного изучения.

1. Выбор марки самосвала для заданных условий эксплуатации.
2. Определение параметров дорог и интенсивности движения.
3. Расчет производительности карьерных самосвалов.
4. Определение времени простоя самосвалов в течение рейса.
5. Определение затрат и себестоимости перевозочной деятельности.
6. Расчет необходимого парка самосвалов.
7. Определение оптимальной степени загрузки самосвалов.
8. Определение оптимального соотношения вместимостей кузова самосвала и ковша экскаватора

Практическое занятие № 1.
Выбор марки самосвала
для заданных условий эксплуатации.

Цель занятия: научиться выбирать тип и марку автосамосвала в зависимости от различных факторов.

Вопросы для обсуждения

1. Виды карьерного транспорта.
2. Преимущества и недостатки карьерного транспорта.
3. Факторы, влияющие на выбор типа и марки автосамосвала.

Теоретическая часть

Виды карьерного транспорта

При рассмотрении современного состояния карьерного транспорта мы уже познакомились с основными видами, особенностями, факторами и требованиями, определяющими выбор вида карьерного транспорта. По характеру потока груза при транспортировании различают цикличный (или прерывный) и поточный (или непрерывный) виды транспорта. На карьерах широко используются железнодорожный, автомобильный, конвейерный, комбинированный и специальные виды транспорта.

Железнодорожный транспорт широко применяется благодаря его основным преимуществам – возможность применения на карьерах любой производительности и надежность работы в любых условиях. С увеличением глубины карьеров и соответствующим ухудшением горнотехнических условий эксплуатации удельный вес железнодорожного транспорта при открытой разработке полезных ископаемых постоянно уменьшается при увеличении абсолютных объемов железнодорожных перевозок.

Автомобильный транспорт в настоящее время по объему перевозок занимает первое место, что обусловлено созданием автосамосвалов и автопоездов большой грузоподъемности (120...180 т –

БелАЗ, и до 300 т – зарубежные фирмы) и его технологическими преимуществами.

Применение автомобильного транспорта обеспечивает:

- выбор наиболее эффективных схем развития горных работ с наименьшими объемами горно-капитальных работ и минимальными сроками строительства;

- вскрытие глубоких горизонтов карьера при его углубке с минимальными затратами и простой организацией работ;

- широкое применения скользящих съездов, что позволяет сократить расстояния транспортирования;

- значительное снижение стоимости укладки вскрышных пород в отвал, благодаря простоте организации горных работ.

Увеличение грузоподъемности автосамосвалов, создание новых типов транспортных средств (троллейбусов, электросамосвалов и других принципиально новых средств автотранспорта) позволяет расширить область применения автотранспорта на открытых горных разработках.

Конвейерный транспорт в силу своих конструктивных особенностей, обусловленных жесткими требованиями к физико-механическим свойствам транспортируемых материалов, получил широкое распространение при доставке мягких и мелкокусковых горных пород. Конвейерный транспорт представляет собой один из видов поточного транспорта, применение которого наиболее целесообразно в составе комплексов машин непрерывного действия в сочетании с выемочно-погрузочным оборудованием непрерывного действия (ротаторные и цепные экскаваторы), любой производительности.

На карьерах наибольшее распространение получили, ленточные конвейеры, которые могут быть наиболее легко автоматизированы. При этом существенно повышается производительность труда по сравнению с железнодорожным и автомобильным транспортом. Конвейеры являются одним из перспективных видов карьерного транспорта для создания поточных технологических схем. Наиболее эффективно применение конвейеров в качестве подъемного транспорта. Возможность транспортирования горной массы под большими углами (до 18°) при одной и той же высоте подъема обеспечивает сокращение расстояния транспортирования по сравнению с ав-

томобильным в 3...4 раза, а по сравнению с железнодорожным в 8...10 раз. Применение ленточных конвейеров для транспортирования крупнокусковых скальных пород требует приведения взорванной горной массы в транспортабельное состояние путем её предварительной переработки (грохочение, дробление) на специальных перегрузочных пунктах.

Специальные виды транспорта, применяются в специфических географических, горнотехнических и климатических условиях. В качестве специального транспорта используются канатные подвесные дороги (в гористой местности), применяют транспортирование горной массы под действием собственного веса (гравитационный транспорт) через рудоспуски и рудоскаты, гидротранспорт, воздушный транспорт и др. К наиболее перспективным следует отнести крутонаклонные конвейеры и конвейерные поезда. Область применения специальных видов транспорта достаточно ограничена, но по мере совершенствования средств транспорта постоянно расширяется.

Комбинированный транспорт представляет собой сочетание нескольких (два, три вида транспорта) при наилучшем использовании преимуществ каждого вида транспорта на наиболее благоприятных для каждого вида участках транспортирования. Основной особенностью комбинированного транспорта является наличие перегрузки горной массы, что обуславливает организацию перегрузочных пунктов достаточно сложной конструкции.

Применение комбинированного транспорта наиболее целесообразно и эффективно для разработки глубоких горизонтов карьеров при резком возрастании длины транспортирования на подъёме. На участке подъёма по борту карьера применяется такой вид транспорта, который обеспечивает наибольший угол подъёма (конвейеры, особенно крутонаклонные, конвейерные поезда, скиповые подъёмники).

Факторы, влияющие на выбор типа и марки автосамосвала

Выбор вида и средств карьерного транспорта определяется рядом факторов и в первую очередь характеристикой транспортируемого груза, расстоянием перевозки, масштабами работ и темпами их

развития. От масштабов работ (грузооборота) зависит мощность транспортных средств, а темпы ведения горных работ определяют требования к маневренности средств транспорта. В условиях карьеров самостоятельно или в комбинациях используются железнодорожный, автомобильный, конвейерный, гидравлический, канатный и воздушный виды транспорта. Каждому из этих видов соответствуют определенное оборудование, коммуникации, схемы и организация работ.

Высокая маневренность, мобильность в работе (особенно в начальный период эксплуатации горного предприятия), возможность большой концентрации работ на ограниченном фронте, автономность энергоисточника, удобство доработки сложных по залеганию месторождений – вот те достоинства, которые предопределили широкое использование автомобильного транспорта на открытых горных работах. Современный типажный ряд карьерных автосамосвалов может обеспечивать практически любую производительность по горной массе (до 200 млн. т и более). Однако считается предпочтительнее применять автотранспорт на карьерах средней производственной мощности ($A \leq 50$ млн. т). Экономически выгодные расстояния транспортирования груза составляют 0,8–5 км. Уклоны дорог при автомобильном транспорте достигают 100–120 %. Радиус криволинейных участков не превышает 20–25 м.

Для повышения эффективности использования автотранспорта следует стремиться к применению автосамосвалов максимальной грузоподъемности и повышенных тягово-динамических и скоростных качеств. Применение таких автомобилей позволяет сократить число водителей и обслуживающего персонала, упростить организацию движения и создать лучшие условия в пунктах погрузки и разгрузки. Однако при выборе автосамосвала следует учитывать, что при увеличении его грузоподъемности стабильность погрузочно-транспортного комплекса уменьшается, возрастает объем горнокапитальных работ (уширение ширины проезжей части автодороги), увеличивается срок окупаемости машины. Практикой установлено, что положительные факторы автосамосвалов особо большой грузоподъемности оказываются более весомыми, чем отрицательные.

Исходными данными к расчету являются: годовая производительность карьера; параметры, характеризующие режим работы предприятия; физико-механические свойства транспортируемых

грузов; план и продольный профиль расчетной трассы; технико-экономические показатели работы транспорта на предприятии-аналоге за последние 5 лет.

Расчет автомобильного транспорта состоит из двух разделов: тягового и эксплуатационного.

Целью тягового расчета является выбор подвижного состава для заданных условий транспортирования груза.

Тяговый расчет включает:

- 1) предварительный выбор подвижного состава;
- 2) расчет сил сопротивления движению автосамосвала;
- 3) определение значений динамического фактора, скорости и силы тяги (тормозной силы) автосамосвала;
- 4) расчет тормозного пути;
- 5) определение расхода топлива и смазочных материалов.

Эксплуатационный расчет представлен в практической части данной работы.

Преимущества и недостатки карьерного транспорта

Основным видом транспорта в трех четвертях карьеров мира является автомобильный. Им перевозится около 60 % горной массы на карьерах России и 85 % – на зарубежных карьерах.

Причиной столь широкого применения автомобильного транспорта является совпадение во многом особенностей работы транспорта в карьерах с его преимуществами.

Основными достоинствами автомобильного транспорта, обуславливающими эффективность применения его в качестве основного карьерного транспорта, являются:

- высокая маневренность и мобильность, благодаря малым радиусам поворота, способность преодолевать достаточно крутые уклоны (8–10 %) и высокой скорости передвижения;
- относительно небольшие собственные размеры автомобиля;
- отсутствие необходимости в обустройстве специальных путей;
- автономность и возможность обеспечения большей гибкости и оперативности управления.

Эти качества автомобильного транспорта позволяют легко переносить места погрузки в карьере, регулировать транспортные потоки, применять погрузочную технику на коротком фронте работ.

Производительность экскаваторов может быть повышена за счет уменьшения времени их простоев в ожидании подачи транспорта, а также сокращения времени на маневры автосамосвалов при установке их под погрузку.

Большие преодолеваемые уклоны и небольшие радиусы поворота дают возможность сократить объем работ по обустройству коммуникаций, устраивать меньшие радиусы закруглений трасс, что позволяет заметно сократить длину транспортных коммуникаций. За счет высокой маневренности автосамосвалов обеспечивается также снижение трудоемкости отвалообразования.

Отсутствие специальных путей приводит к меньшим в 2,5–3,5 раза трудоемкости и затратам на строительство автодорог, особенно на мягких глинистых и песчаных почвах, и в 1,2–1,5 раза – на естественном скальном основании. Полностью отсутствует трудоемкий процесс переноса путей. Меньшими являются затраты труда на транспортный процесс в целом, благодаря сокращению количества вспомогательного, обслуживающего, ремонтного персонала и путевых рабочих.

Возможность обеспечения большей гибкости и оперативности управления погрузочно-транспортным комплексом появляется потому, что автосамосвалы действуют независимо друг от друга, а также каждый из них в любое время при необходимости может быть направлен к любому из экскаваторов. Кроме того, выход одного автосамосвала из строя вследствие поломки практически не отражается на производительности труда, не вызывает остановки в работе транспорта и может быть легко восполнен.

Автомобильный транспорт имеет и ряд недостатков, главными из которых являются:

- небольшие экономически выгодные расстояния транспортирования (2–3 км, реже – до 5 км), меньшее количество перевозимой горной массы каждым отдельно взятым автосамосвалом, более высокие амортизационные отчисления, обусловленные сравнительно коротким сроком их службы (5–7 лет), что повышает себестоимость перевозок;

- большая стоимость содержания и ремонта карьерных автосамосвалов, достигающая 30–33 % стоимости перевозок, а также зависимость работы автомобильного транспорта от своевременности

сти и полноты поставок запасных частей, горюче–смазочных материалов;

– существенная зависимость от климатических условий (сложность эксплуатации при низких температурах, снегопадах, туманах, гололедице);

– повышенный расход автомобильных шин вследствие их сильного износа при работе на скальных породах (стоимость шин составляет 20–22 % от стоимости перевозок);

– значительная загазованность, особенно в глубоких карьерах, что вызывает необходимость искусственного их проветривания, а в противном случае – заставляет в периоды безветрия, туманов, пасмурной погоды на длительные периоды времени останавливать проведение горных работ.

Практическая часть

Выбор области оптимального соотношения емкости кузова автосамосвала и емкости ковша экскаватора осуществляют в зависимости от расстояния транспортирования.

Область оптимального соотношения емкости кузова машины и емкости ковша экскаватора $V_A / V_Э$ находится в пределах:

– 4–6 – при расстоянии транспортирования до 1–1,5 км;

– 6–10 – при расстоянии транспортирования до 5 км;

– 8–12 – при расстоянии транспортирования более 5 км.

Расчет грузоподъемности и объема кузова автосамосвала, необходимых для загрузки принятого числа ковшей экскаватора.

$$q_T = \frac{n_{КВ} V_Э k_{НК} \rho_{Ц}}{k_p}, \quad V_A = \frac{n_{КВ} V_Э k_{НК}}{k_{Ш}},$$

где q_T , V_A – соответственно теоретические значения грузоподъемности, т, и объема кузова, m^3 , автосамосвала; $n_{КВ}$ – принятое число загружаемых ковшей экскаватора; $V_Э$ – объем ковша экскаватора, m^3 ; $k_{НК}$ – коэффициент наполнения ковша экскаватора; k_p – коэффициент разрыхления горной массы; $k_{Ш}$ – коэффициент загрузки с «шапкой», $k_{Ш} = 1–1,1$; $\rho_{Ц}$ – объемная масса (плотность) горной породы в целике, t/m^3 .

Отношение коэффициента наполнения ковша экскаватора к коэффициенту разрыхления горной породы называется коэффициентом экскавации:

$$k_{\text{Э}} = \frac{k_{\text{НК}}}{k_{\text{р}}}.$$

Выбор марки автосамосвала производится по рассчитанному объему кузова или грузоподъемности.

Расчет фактически загружаемого в выбранный автосамосвал числа ковшей по емкости и грузоподъемности.

$$n_{\text{КО}} = \frac{V_{\text{А}} k_{\text{Ш}}}{V_{\text{Э}} k_{\text{НК}}}, \quad n_{\text{КТ}} = \frac{q k_{\text{р}}}{V_{\text{Э}} k_{\text{НК}} \rho_{\text{ц}}}.$$

К дальнейшему расчету принимают меньшее число ковшей, которое округляют до целого числа $n_{\text{к}}$: дроби 0,75 и менее округляют в меньшую сторону, остальные – в большую.

Расчет фактической массы груза в кузове автосамосвала и его фактической полной массы.

$$q_{\text{ф}} = \frac{n_{\text{к}} V_{\text{Э}} k_{\text{НК}} \rho_{\text{ц}}}{k_{\text{р}}}, \quad G_{\text{П}} = G_{\text{А}} + q_{\text{ф}},$$

где $G_{\text{А}}$ – снаряженная масса автосамосвала, т.

Практическое занятие № 2.

Определение параметров дорог и интенсивности движения.

Цель занятия: изучить сущность транспортного потока и овладеть навыками выбора параметров карьерных технологических автодорог.

Вопросы для обсуждения

1. Понятие транспортного потока.
2. Свойства, диаграмма и уравнение транспортного потока.
3. Выбор параметров карьерных технологических автодорог.

Теоретическая часть

Эффективность работы автотранспорта на карьере зависит от состояния автодорог. Для обслуживания дорог на карьерах, ремонта и строительства новых предусматривается специальная дорожная служба.

Обслуживание дорог включает постоянное их патрулирование для удаления с их поверхности осыпавшихся с кузовов кусков породы быстроходными бульдозерами на пневмоходу, периодическую подсыпку щебнем и уплотнение ее виброкатком для сохранения профиля дороги, зачистку поверхности забоев от просыпи бульдозерами, очистку водоводных канав постоянных дорог, планировку временных дорог в карьере и на отвалах грейдерами, полив дорог растворами для подавления пыли в летнее время специальными поливальными машинами, посыпание песком поверхности дороги во время гололеда пескоразбрасывателями.

Транспортный поток – это совокупность транспортных средств, движущихся по проезжей части дороги.

Наиболее востребованными и часто применяемыми характеристиками транспортного потока являются интенсивность, скорость движения, плотность потока, его состав по типам транспортных средств.

Интенсивность движения – число ТС проходящих через сечение дороги за единицу времени.

Определение интенсивности движения составляет основу оценки состояния транспортного потока.

Интенсивность движения является главным показателем при определении уровня загруженности различных дорог.

При изучении интенсивности движения определяют такой параметр, как неравномерность транспортного потока – его распределение по времени и направлениям.

Интенсивность движения меняется по времени суток, дням недели и месяцам года.

При расчетах обычно пользуются данными об интенсивности движения в часы пик и среднесуточной интенсивности движения за год.

Плотность транспортного потока является пространственной характеристикой, определяющей степень стесненности движе-

ния на полосе дороги. Ее измеряют числом транспортных средств, приходящихся на 1 км протяженности дороги.

Предельная плотность транспортного потока достигается при неподвижном состоянии колонны транспортных средств, расположенных вплотную друг к другу на полосе.

При разных значениях плотности движения могут складываться разные уровни эксплуатационных условий по степени стесненности. В зависимости от плотности транспортного потока движение по степени стесненности подразделяют на *свободное, частично связанное, насыщенное и колонное*.

Скорость движения является важнейшим показателем транспортного потока, так как цель всех мероприятий по организации дорожного движения – обеспечение скорости транспортного потока, наиболее приближенной к максимально возможной из условий безопасности дорожного движения.

Принятие решений по организации дорожного движения и перевозок, планированию работы транспортных систем, оценка эффективности функционирования дорожной сети возможны только на основе изучения параметров транспортных потоков и зависимостей между ними в конкретных условиях.

Строительство новых дорог по мере развития карьера планируется вместе с горными работами. Сооружение основания дороги выполняется эксплуатационной горной техникой. Профилировка поверхности дороги, сооружение водоводных канав на стационарных участках трассы, покрытие выполняются автодорожной службой. Для обеспечения щебнем, песком и бетоном предусматриваются дробильно-сортировочный и растворный узлы. В качестве щебня может использоваться порода вскрыши или добываемые на специальных карьерах прочные породы. На некоторых карьерах с вечномерзлыми полускальными породами для нормальной эксплуатации мощных автосамосвалов в летнее время для предохранения оттаивания мерзлоты и уменьшения на нее динамической нагрузки необходимо покрытие дорог мощным слоем щебня.

Практическая часть

Результаты выбора параметров карьерных технологических автодорог оформляют в виде таблицы.

Категорию карьерной автодороги выбирают в зависимости от интенсивности движения:

$$i_{\text{дв}} = \frac{Q_{\text{год}} \cdot k}{q \cdot \gamma \cdot T_{\Gamma} \cdot c}, \text{ авт./ч}$$

где $Q_{\text{год}}$ – годовой объем перевозок по данному маршруту, т/год; k – коэффициент неравномерности грузопотока, $k = 1,2 \div 1,4$; q – номинальная грузоподъемность автосамосвала, т; γ – коэффициент использования грузоподъемности; T_{Γ} – время нахождения автомобилей в наряде в год при односменной работе, ч; c – число смен работы в сутки.

Параметры карьерных технологических автодорог

Маршрут	№ пикета	Категория автодороги	Число полос	Ширина проезжей части, м
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы

Ширина обочины, м	Уширение проезжей части на кривых, м	Уклон виража на кривых, ‰	Тип дорожной одежды	Вид дорожного покрытия
6	7	8	9	10

Продолжение таблицы

Коэффициент сопротивления качению	Коэффициент сцепления	Средняя высота неровностей дорожного покрытия, см
11	12	13

В случае если маршруты пересекаются, т. е. имеют общие участки, категорию автодороги на этих участках выбирают в следующем порядке:

– рассчитывают интенсивности движения автосамосвалов по каждому грузопотоку (маршруту) – $i_{\text{дв}1}; i_{\text{дв}2}; \dots; i_{\text{дв}n}$;

– рассчитывают суммарную интенсивность движения:

$$i_{\text{дв}\Sigma} = i_{\text{дв}1} + i_{\text{дв}2} + \dots + i_{\text{дв}n}, \text{ авт./ч};$$

– рассчитывают средневзвешенную фактическую грузоподъемность автосамосвалов:

$$\bar{q} = \frac{q_1 \cdot \gamma_1 \cdot Q_{\text{Год}1} + q_2 \cdot \gamma_2 \cdot Q_{\text{Год}2} + \dots + q_n \cdot \gamma_n \cdot Q_{\text{Год}n}}{\gamma_1 \cdot Q_{\text{Год}1} + \gamma_2 \cdot Q_{\text{Год}2} + \dots + \gamma_n \cdot Q_{\text{Год}n}}, \text{ т};$$

– категорию автодороги выбирают по средневзвешенной грузоподъемности и суммарной интенсивности.

Параметры проезжей части карьерных технологических автодорог выбирают в зависимости от категории автодороги и габаритных размеров подвижного состава. На участках пересечения маршрутов параметры проезжей части выбирают по автосамосвалу с большими габаритными размерами.

На криволинейных участках постоянных автодорог при радиусах кривых в плане менее 500 м предусматривают уширение проезжей части. Уклон виража изменяется в пределах от 0 до 10 %. Меньшие значения уклона виража соответствуют большему радиусу кривой автодороги в плане.

Параметры дорожной одежды зависят от категории карьерной автодороги и горнотехнических условий разработки данного месторождения.

Практическое занятие № 3.

Расчет производительности карьерных самосвалов

Цель занятия: освоить методику расчета производительности карьерных самосвалов.

Вопросы для обсуждения

1. Система технико-эксплуатационных показателей.
2. Производительность самосвалов.

Теоретическая часть

Интенсификация эксплуатации карьерных автосамосвалов в условиях влияния множества эксплуатационных факторов позволит при минимальных капитальных вложениях получить экономический эффект в виде повышения производительности автосамосвалов.

Производительность – это один из основных комплексных показателей эффективности использования карьерных экскаваторно-автомобильных комплексов.

Рабочие режимы автосамосвалов определяются разработкой сменных заданий и распределением автосамосвалов по маршрутам. От рациональности выбранных сменных и суточных режимов работы карьерного автотранспорта зависят многие его технико-эксплуатационные показатели, а также эффективность организации перевозочного процесса. При оптимизации режимов работы решаются задачи:

- выбор оптимального сочетания выемочно-транспортного оборудования;
- выбор оптимального количества автосамосвалов и экскаваторов;
- определение оптимального объема перевозок при установленном парке карьерных автосамосвалов;
- оптимизация парка автосамосвалов при заданной производительности автомобильного карьерного транспорта.

Производительность карьерного автотранспорта можно повысить как путем увеличения грузоподъемности автосамосвалов, так и за счет улучшения всей системы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта автомобилей. Производительность карьерных автосамосвалов находится в прямой зависимости от грузоподъемности автосамосвала. Таким образом, с увеличением грузоподъемности карьерных автосамосвалов возрастает и их производительность.

Однако само по себе использование автосамосвалов большой грузоподъемности не решает проблему повышения эффективности работы карьерного автотранспорта. Важнейшими направлениями повышения производительности карьерного автотранспорта являются наиболее рациональное использование автосамосвалов и улучшение организации их эксплуатации.

Практически, на величину производительности карьерных автосамосвалов влияет целый ряд факторов объективного и субъективного характера, отражающих природные, производственные и эксплуатационные условия разработки месторождений полезных ископаемых.

К неуправляемым факторам относятся климатические и горно-технические условия, к управляемым – организация эксплуатации,

состояние автодорог, организация производственно-технической базы по обслуживанию и ремонту автосамосвалов и др.

Наиболее существенное влияние на уровень производительности карьерного автотранспорта оказывают среднее расстояние транспортирования, глубина карьера, то есть параметры, отражающие реальные горнотехнические условия.

Одним из важнейших показателей, характеризующих эффективность использования автосамосвалов, является коэффициент использования грузоподъемности, зависящий от плотности транспортируемой горной массы и в некоторой степени от соответствия вместимости ковша экскаватора и вместимости кузова автосамосвала. От правильного определения загруженности автосамосвалов то есть оптимального количества загружаемых в автосамосвал ковшей зависит производительность комплекса экскаватор – автосамосвал.

На производительность карьерных экскаваторно-автомобильных комплексов в значительной мере влияют согласованная работа автотранспорта и экскаваторов, правильный выбор экскаватора и самосвала, равномерная подача автосамосвалов под погрузку, рациональные схемы подъезда к экскаватору и установки автосамосвала под погрузку, обеспечивающие минимальные затраты времени на маневрирование и загрузку автосамосвалов.

Практическая часть

Комплексным показателем, учитывающим уровень всех прочих показателей работы автомобильного транспорта и горнотехнических условий, в которых осуществляется транспортирование горной массы, является производительность автосамосвалов. По достигнутому уровню производительности можно судить также о степени организации технической эксплуатации автосамосвалов и погрузочного оборудования карьера.

Производительность автосамосвала может быть равна либо объему перевозок и выражаться в тоннах, либо транспортной работе (грузообороту) и выражаться в тонно-километрах.

При транспортировании вскрышных пород критерием определения оптимальной скорости движения автосамосвалов является минимизация себестоимости одного тонно-километра совершенной транспортной работы.

$$Z_{\text{Т·км}} = \min \rightarrow V_{\text{Т}}^{\text{ОПТ}}$$

где $S_{\text{Т·км}}$ – себестоимость одного тонно-километра совершенной транспортной работы, р./т·км; $V_{\text{Т}}^{\text{ОПТ}}$ – оптимальная техническая скорость движения автосамосвала, км/ч.

При расчете оптимальных скоростей движения автосамосвалов, перевозящих вскрышные породы, себестоимость одного тонно-километра совершенной транспортной работы определяют:

$$Z_{\text{Т·км}} = \frac{Z_{\text{пер}} + Z_{\text{пост}}}{W_{\text{Т·км}}},$$

где $Z_{\text{пер}}$ – часовые переменные затраты, р./ч; $Z_{\text{пост}}$ – часовые постоянные затраты, р./ч; $W_{\text{Т·км}}$ – часовая производительность, т/ч;

Часовая производительность:

$$W_{\text{Т}} = \frac{q \cdot \gamma \cdot V_{\text{Т}} \cdot \beta}{l_{\text{ег}} + T_{\text{пр}} \cdot V_{\text{Т}} \cdot \beta};$$

$$W_{\text{Т·км}} = \frac{q \cdot \gamma \cdot V_{\text{Т}} \cdot \beta \cdot l_{\text{ег}}}{l_{\text{ег}} + T_{\text{пр}} \cdot V_{\text{Т}} \cdot \beta},$$

где β – коэффициент использования пробега автомобиля; $T_{\text{пр}}$ – время простоя автомобиля за одну езду, ч; $V_{\text{Т}}$ – техническая скорость автомобиля, км/ч.

Практическое занятие № 4.

Определение времени простоя самосвалов в течение рейса

Цель занятия: изучить теоретические аспекты оптимизации скорости движения и получить навыки определения времени простоя автосамосвалов за один рейс.

Вопросы для обсуждения

1. Оптимизация времени простоя.
2. Критерии оптимизации.
3. Математические методы оптимизации.

Практическая часть

1. Время простоя автосамосвала в течение одного рейса:

$$T_{\text{пр}} = t_{\text{погр}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{ож.п-р}} + t_{\text{пр.др}};$$

$$t_{\text{погр}} = t'_{\text{погр}} + t_{\text{мп}};$$

$$t_{\text{разгр}} = t'_{\text{разгр}} + t_{\text{мр}},$$

где $t_{\text{мп}}$ и $t_{\text{мр}}$ – время маневра автосамосвала под погрузку и разгрузку, соответственно, ч.

2. Время маневра

Для петлевой схемы заезда:

$$t_{\text{мп}} = \frac{S_{\text{М}}}{V_{\text{М}}},$$

где $S_{\text{М}}$ – путь, проходимый автосамосвалом при маневрировании, км; $V_{\text{М}}$ – скорость движения автосамосвала при маневрировании, км/ч.

Скорость маневрирования автосамосвалов рекомендуется принимать равной 10 км/ч при петлевом заезде, 9,4 км/ч – при тупиковом, 9 км/ч – для груженых автосамосвалов на разгрузке.

$$S_{\text{М}} = 4 \frac{\pi \cdot n^{\circ}}{180 \cdot 1000} R_{\text{П}},$$

где n° – угол поворота автосамосвала, град; $R_{\text{П}}$ – радиус поворота, м.

Для тупиковой схемы заезда и при разгрузке:

$$t_{\text{мп}} = \frac{S_{\text{М}}}{V_{\text{М}}} + t_1,$$

где t_1 – время на переключение, ч, $t_1 = 2,8 \cdot 10^{-3}$.

$$S_{\text{М}} = \frac{2R}{1000} + \frac{2\pi \cdot n^{\circ}}{180 \cdot 1000} \cdot R_{\text{П}},$$

– $R_{\Pi} = (1,2 \div 1,3)R_{\min}$ – при петлевом заезде;

– $R_{\Pi} = (1,3 \div 1,4)R_{\min}$ – при тупиковом;

– $R_{\Pi} = (1,4 \div 1,5)R_{\min}$ – при маневрировании груженого автосамосвала,

где R_{\min} – конструктивный минимальный радиус поворота по переднему внешнему колесу.

3. Время погрузки:

$$t_{\text{погр}}' = n_{\text{к}} \cdot t_{\text{ц}},$$

где $t_{\text{ц}}$ – время цикла экскаватора, ч.

4. Время цикла экскаватора:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{коп}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{в}},$$

где $t_{\text{коп}}$, $t_{\text{пов}}$, $t_{\text{в}} = 0,8$ с – соответственно, время копания, время поворота стрелы экскаватора, время опораживания ковша, ч.

5. Время копания:

$$t_{\text{коп}} = V_{\text{э}} \cdot \frac{k_{\text{э}} \cdot k_{\text{р}} \cdot k_{\text{F}}}{N \cdot \eta} 36,72,$$

где k_{F} – коэффициент удельного сопротивления копанию; N – мощность подъемного двигателя экскаватора, Вт; $\eta = 0,45$ – безразмерный коэффициент.

6. Время поворота стрелы экскаватора:

$$t_{\text{пов}} = 8,08 \cdot 10^{-5} \sqrt[3]{\frac{I \cdot (1,37 + \eta_{\text{п}}^2) \cdot \beta^2}{N_{\text{max}} \cdot \eta_{\text{п}}}},$$

где I – момент инерции вращающейся части экскаватора, $\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$; $\eta_{\text{п}}$ – КПД механизма поворота; β – угол поворота стрелы экскаватора, рад; N_{max} – мощность поворотного двигателя экскаватора, Вт.

7. Время разгрузки

$$t'_{\text{разгр}} = 1,5 \cdot (t_1 + t_2),$$

где t_1 – время подъема платформы; t_2 – время опускания платформы.

8. Время ожидания погрузки – разгрузки

$$t_{\text{ож.п-р}} = 0,5(t_{\text{погр}} + t_{\text{разгр}}).$$

9. Время эксплуатационных простоев

$$t_{\text{пр.др}} = 0,5 \cdot t_{\text{ож.п-р}}.$$

Практическое занятие № 5. Определение затрат и себестоимости перевозочной деятельности

Цель занятия: получить знания в сфере маневрирования автосамосвалов под погрузку и разгрузку, погрузки с помощью колесных погрузчиков и получить навыки расчета себестоимости перевозок при транспортировании вскрышных пород и прибыли при транспортировании полезных ископаемых.

Вопросы для обсуждения

1. Схемы маневрирования автосамосвалов под погрузку и разгрузку.
2. Погрузка с помощью колесных погрузчиков.
3. Методика расчета себестоимости перевозок при транспортировании вскрышных пород и прибыли при транспортировании полезных ископаемых.

Практическая часть

При транспортировании вскрышных пород критерием определения оптимальной скорости движения автосамосвалов является минимизация себестоимости одного тонно-километра совершенной транспортной работы.

$$S_{\text{Т·км}} = \min \rightarrow V_{\text{Т}}^{\text{ОПТ}},$$

где $S_{\text{Т·км}}$ – себестоимость одного тонно-километра совершенной транспортной работы, р./т·км; $V_{\text{Т}}^{\text{ОПТ}}$ – оптимальная техническая скорость движения автосамосвала, км/ч.

При расчете оптимальных скоростей движения автосамосвалов, перевозящих вскрышные породы, себестоимость одного тонно-километра совершенной транспортной работы определяют:

$$S_{\text{Т·км}} = \frac{Z_{\text{пер}} + Z_{\text{пост}}}{W_{\text{Т·км}}},$$

где $Z_{\text{пер}}$ – часовые переменные затраты, р./ч; $Z_{\text{пост}}$ – часовые постоянные затраты, р./ч; $W_{\text{Т·км}}$ – часовая производительность, т·км/ч.

Часовая производительность:

$$W_{\text{Т}} = \frac{q \cdot \gamma \cdot V_{\text{Т}} \cdot \beta}{l_{\text{ег}} + T_{\text{пр}} \cdot V_{\text{Т}} \cdot \beta};$$
$$W_{\text{Т·км}} = \frac{q \cdot \gamma \cdot V_{\text{Т}} \cdot \beta \cdot l_{\text{ег}}}{l_{\text{ег}} + T_{\text{пр}} \cdot V_{\text{Т}} \cdot \beta}.$$

Оптимальная скорость движения автосамосвалов, перевозящих полезные ископаемые, будет соответствовать максимальной прибыли от совершения транспортного процесса за данный промежуток времени.

Условие оптимизации: $\Pi = D - S_{\text{Т}} \cdot Q = \max \Rightarrow V_{\text{ОПТ}}$,
где $S_{\text{Т}}$ – себестоимость перевозок, р./т; D – доход, р.; Q – объем перевозок, т; $V_{\text{ОПТ}}$ – оптимальная скорость движения, км/ч.

$$S_T = \frac{Z_{\text{пер}}}{W_T} + \frac{Z_{\text{пост}}}{W_T} + Z_{\text{п-р}} + Z_{\text{д}} \cdot l_{\text{ег}}, \text{ р/т}$$

где $Z_{\text{п-р}}$ – затраты на погрузочно-разгрузочные работы, р.; $Z_{\text{д}}$ – затраты на содержание дорог, р.; $l_{\text{ег}}$ – длина ездки с грузом, км; W_T – производительность, т/ч.

$$Q = W_T \cdot T, \text{ т}$$

где T – рассматриваемый промежуток времени, ч.

$$D = Q \cdot C_{\text{пи}}, \text{ р.}$$

где $C_{\text{пи}}$ – стоимость полезного ископаемого, р.

$$П = W_T \cdot T \cdot (C_{\text{пи}} - S_T) \text{ или}$$

$$П = T \cdot (W_T \cdot C_{\text{пи}} - Z_{\text{пер}} - Z_{\text{пост}} - Z_{\text{п-р}} \cdot W_T - Z_{\text{д}} \cdot l_{\text{ег}} \cdot W_T), \text{ р.}$$

Практическое занятие № 6. **Расчет необходимого парка самосвалов**

Цель занятия: получить знания в области классификации, параметров карьерных автодорог и овладеть навыками расчета технологически необходимого числа работающих автосамосвалов и экскаваторов.

Вопросы для обсуждения

1. Классификация и параметры карьерных автодорог.
2. Методика расчета технологически необходимого числа работающих автосамосвалов и экскаваторов.

Практическая часть

В процессе выполнения данного раздела рассчитывают величину парка автосамосвалов, необходимого для осуществления заданного объема перевозок горной массы. Расчет строится на результатах определения скоростных режимов движения автосамосвалов.

1. Расчет рабочего числа автосамосвалов.

Рабочее число автосамосвалов получается путем отношения сменного или суточного задания на перевозку к соответственно сменной или суточной производительности одного автосамосвала. Суточная или сменная производительность автосамосвала зависит от его грузоподъемности и количества совершенных им транспортных циклов (ездок) соответственно в сутки или за смену. Транспортный цикл включает в себя время движения автосамосвала по маршруту и время его простоев за одну езду.

$$t_{\text{дв}} = \frac{1}{k_c} \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{v_i},$$

где $k_c < 1$ – коэффициент скорости, равный отношению средней скорости движения по элементу профиля к скорости, определенной по динамической характеристике; l_i, v_i – соответственно длина элемента, м, и установившаяся скорость движения на этом элементе.

Расчет времени рейса (оборота) автосамосвала.

$$T_{\text{об}} = 60 \sum \frac{l_i}{k_c \cdot v_{p,i}} + 60 \sum \frac{l_i}{k_c \cdot v_{x,i}} + T_{\text{пр}},$$

где l_i – длина i -го элемента профиля, км; $v_{p,i}, v_{x,i}$ – техническая скорость движения по i -му элементу профиля при рабочем (грузовое направление) и холостом (порожняковое направление) ходе, км/ч; k_c – коэффициент скорости, учитывающий снижение технической скорости движения по различным причинам (0,75–0,9); $T_{\text{пр}}$ – время простоя в течение одного рейса или продолжительность концевых операций, мин.

2. Определение числа автосамосвалов.

Рабочее число рейсовых автосамосвалов для обслуживания i -го пункта погрузки:

$$n_{\text{рейс}} = \frac{Q_{\text{см}i} \cdot k \cdot T_{\text{об}}}{60 \cdot q_{\text{ф}} \cdot t_{\text{см}} \cdot k_{\text{в}}},$$

где $Q_{\text{см}i}$ – сменная производительность пункта погрузки, т/смену; k – коэффициент неравномерности работы погрузочного пункта,

принимают равным $1,1 \div 1,2$; $q_{\text{ф}}$ – фактическая грузоподъемность автосамосвала, т; $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования сменного времени, принимают равным $0,7 \div 0,9$.

3. Инвентарный парк (списочное количество) автосамосвалов:

$$n_{\text{инв}} = k_{\text{инв}} \cdot n_{\text{рейс}},$$

где $k_{\text{инв}}$ – коэффициент инвентарности, учитывающий резервные машины и машины, находящиеся в ремонте.

4. Расчет максимально возможного числа автосамосвалов, работающих с одним экскаватором.

$$n_{\text{max}} = \frac{T_{\text{об}} - t_{\text{погр}}}{t_{\text{погр}}} = \frac{T_{\text{об}}}{t_{\text{погр}}} - 1,$$

где $t_{\text{погр}}$ – время погрузки автосамосвала, ч.

Представление преподавателю письменной самостоятельной работы на тему «Свойства, диаграмма и уравнение транспортного потока».

Для защиты практической работы обучающимся необходимо ответить на следующие вопросы письменно:

1. Понятие транспортного потока.
2. Критерии оптимизации.
3. Классификация и параметры карьерных автодорог.

Практическое занятие № 7.

Определение оптимальной степени загрузки самосвалов.

Цель занятия: получить знания в области обеспечения безопасности движения автосамосвалов при недостаточной видимости и закрепление навыков расчета оптимальной степени их загрузки.

Вопросы для обсуждения

1. Обеспечение безопасности движения автосамосвалов при недостаточной видимости.
2. Методика расчета оптимальной степени загрузки автосамосвалов.

Теоретическая часть

Одним из факторов, влияющих на производительность, является грузоподъемность автосамосвала, увеличение которой прямо пропорционально влияет на часовую производительность. Однако при увеличении грузоподъемности, резко возрастает себестоимость транспортирования груза, и в некоторых случаях целесообразным будет использование автосамосвалов с меньшей грузоподъемностью. С другой стороны для перевозки определенного объема груза таких автосамосвалов потребуется больше и в какой-то момент их количество станет таким, при котором возникнут транспортные заторы на маршруте, появятся простои в ожидании погрузки и разгрузки, что в конечном итоге вызовет снижение производительности. В этом случае критерием эффективности является сменная или суточная производительность всех автосамосвалов, работающих на данном маршруте.

Годовая производительность является более сложным показателем, так как на ее величину влияют не только грузоподъемность автосамосвала и продолжительность его простоя в течение рейса, но и продолжительность простоя в техническом обслуживании и ремонте за год. В этом случае большое значение имеет ресурс несущей системы автосамосвала, который напрямую зависит от степени загрузки автосамосвала и соотношения вместимости кузова автосамосвала и ковша экскаватора.

Поэтому, приняв производительность в качестве критерия эффективности эксплуатации карьерных автосамосвалов, можно для каждого конкретного случая или конкретных условий эксплуатации разработать такие рекомендации, которые позволят получить максимальную эффективность при минимальных затратах.

Производительность одного автосамосвала прямо пропорционально зависит от степени загрузки. Чем выше степень загрузки автосамосвала, тем выше его производительность, независимо от расстояния транспортирования горной массы (рис. 1). Однако расстояние транспортирования горной массы оказывает непосредственное влияние на величину производительности, то есть чем меньше расстояние перевозки, тем выше производительность автосамосвала, что видно из рис. 1. Причем, более интенсивно производительность снижается при расстояниях перевозки более трех километров. Сле-

довательно, при проектировании карьеров необходимо предусматривать такие их характеристики, при которых пункты разгрузки автосамосвалов находились бы на минимально возможных расстояниях.

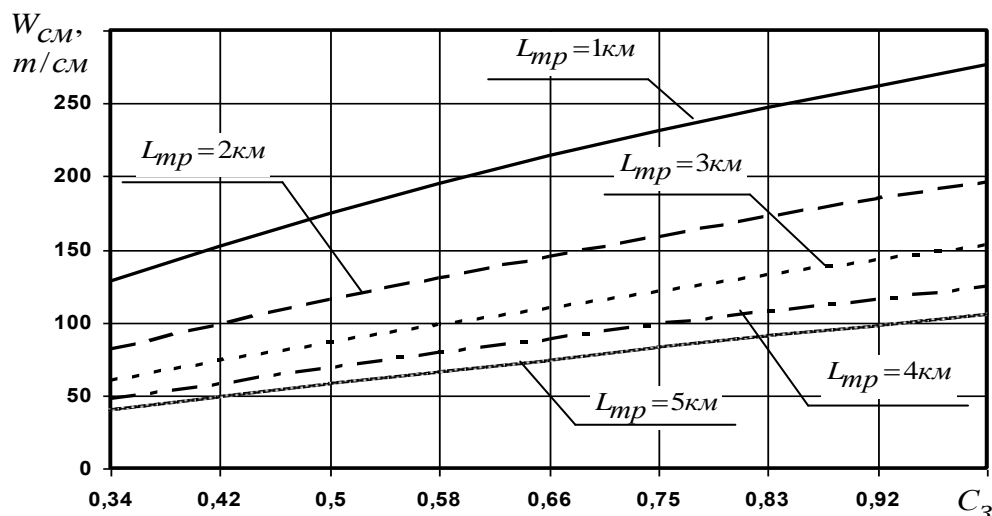


Рисунок 1 – Влияние степени загрузки C_3 автосамосвала БелАЗ-75213 на его сменную производительность W_{CM} при различных расстояниях транспортирования $L_{тр}$.

При уменьшении степени загрузки автосамосвала снижается продолжительность погрузки, а, следовательно, и продолжительность простоя в течение одного рейса, что дает возможность увеличить количество автосамосвалов, работающих на маршруте с одним экскаватором и тем самым повысить их суммарную производительность. Следовательно, зависимость суммарной сменной производительности карьерных автосамосвалов от степени их загрузки (рис. 2) имеет экстремум, при котором суммарная производительность максимальная.

Представленная зависимость – есть функция суммарной сменной производительности от степени загрузки автосамосвалов, т. е. $W_{CM}^{\Sigma} = f(C_3) \cdot \text{const}$. При этом все параметры, влияющие на производительность, кроме степени загрузки C_3 , приняты за условно постоянные.

Из рис. 2 видно, что при различных расстояниях транспортирования оптимальная степень загрузки, то есть степень загрузки, при которой суммарная производительность автосамосвалов максимальная, находится в различных пределах. При небольших рас-

стояниях транспортирования она будет самой низкой, а при увеличении расстояния будет приближаться к единице.

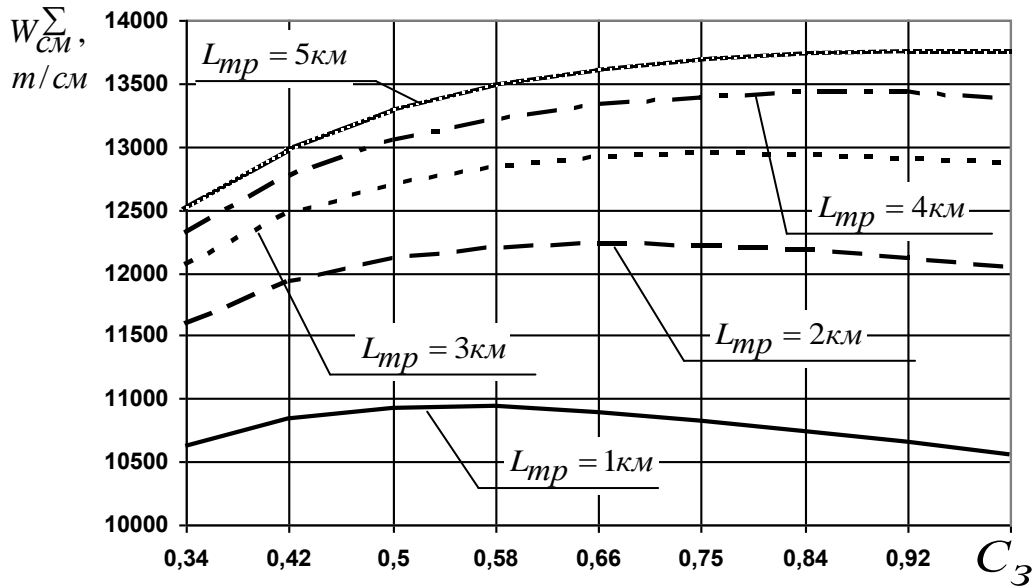


Рисунок 2 – Влияние степени загрузки C_3 автосамосвалов БелАЗ-75213 на их суммарную сменную производительность W_{Σ}^{CM} при различных расстояниях транспортирования $L_{тр}$

Исходя из условия оптимизации, оптимальной будет та степень загрузки, при которой суммарная сменная производительность автосамосвалов будет максимальной.

Повышение грузоподъемности автосамосвалов требует применение экскаваторов с большим объемом ковша, но при погрузке такими экскаваторами несущие конструкции автосамосвала испытывают огромные ударные нагрузки, что резко снижает их ресурс и долговечность. Кроме того, при движении по маршруту большая масса груза в кузове также вызывает большие нагрузки на опорные металлоконструкции, что также снижает их надежность (рис. 3). А это в свою очередь влечет за собой появление сверхнормативных простоев автосамосвалов в ремонте, увеличение затрат на ремонт, повышение себестоимости транспортирования и, как следствие, снижение производительности. А так как ресурс автосамосвалов не находится в прямо пропорциональной зависимости от их грузоподъемности (т. е. интенсивное увеличение грузоподъемности не влечет за собой столь же интенсивного роста ресурса), то актуальной задачей является определение такой степени загрузки автоса-

мосвала, при которой производительность и ресурс автосамосвалов оптимальные.

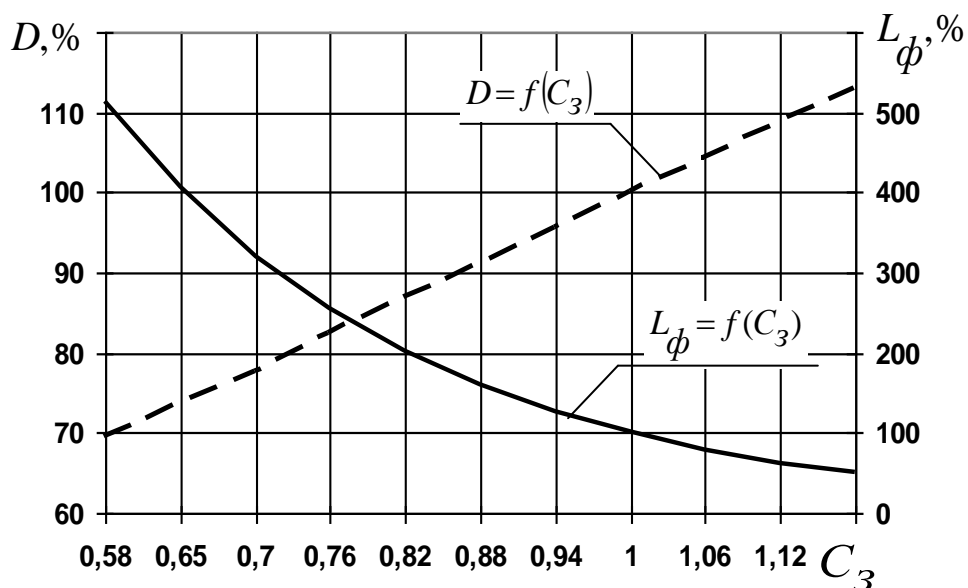


Рисунок 3 – Зависимость динамических напряжений D и ресурса несущей системы L_{ϕ} автосамосвала БелАЗ-75213 от степени его загрузки C_3

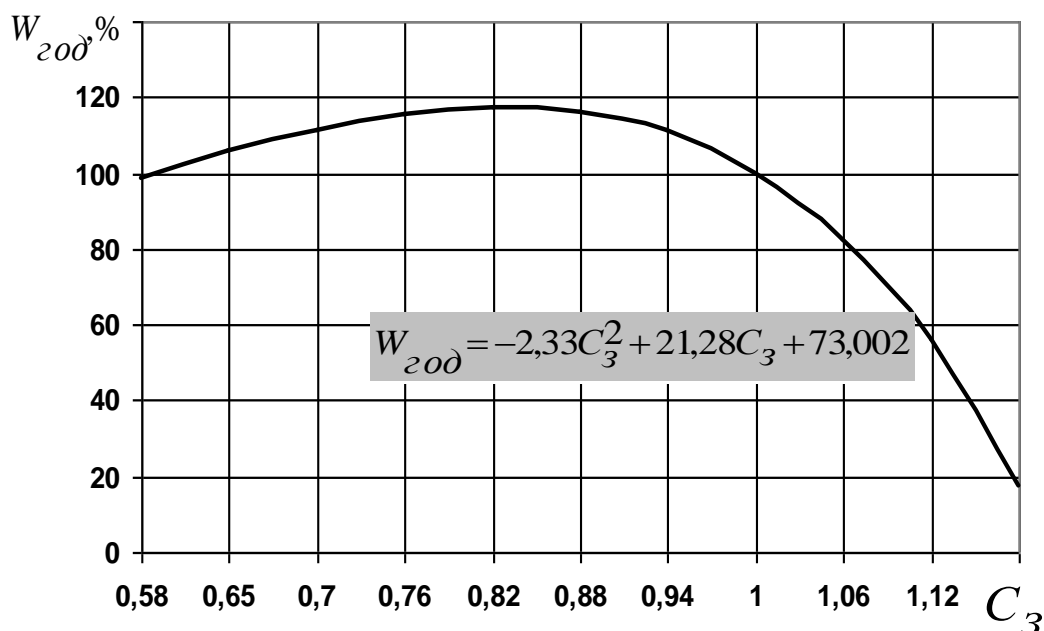


Рисунок 4 – Зависимость годовой производительности $W_{\text{год}}$ автосамосвала БелАЗ-75213 от степени его загрузки C_3

Практическая часть

Годовая производительность зависит от режима и продолжительности работы автосамосвала за год и определится по формуле

$$W_{\text{год}} = W_{\text{час}} \cdot T_{\text{раб.год}},$$

где $W_{\text{час}}$ – часовая производительность автосамосвала, т/ч (т·км/ч);
 $T_{\text{раб.год}}$ – продолжительность работы за год, ч.

$$T_{\text{раб.год}} = D_{\text{раб.год}} \cdot t_{\text{см}} \cdot c,$$

где $D_{\text{раб.год}}$ – количество рабочих дней в году; $t_{\text{см}}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч; c – количество смен.

$$D_{\text{раб.год}} = D_{\text{кал}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{ТО,Р}},$$

где $D_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $D_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $D_{\text{ТО,Р}}$ – количество дней нахождения автосамосвала в техническом обслуживании и ремонте.

$$D_{\text{ТО,Р}} = D_{\text{ТО}} + D_{\text{Р}},$$

где $D_{\text{ТО}}$ – количество дней простоя в ТО; $D_{\text{Р}}$ – количество дней простоя в ремонте.

Техническое обслуживание – это комплекс мер по поддержанию карьерных автосамосвалов в работоспособном состоянии, периодичность, перечень операций, а, следовательно, и продолжительность простоя в котором регламентируется положением о ТО и ремонте подвижного состава. Поэтому, изменение степени загрузки автосамосвалов не влияет на эту величину. А продолжительность простоя в ремонте напрямую зависит от ресурса автосамосвала, а, значит, от динамических нагрузок в опорных металлоконструкциях, величину которых можно снизить, уменьшив степень загрузки.

Величина динамических напряжений в опорных металлоконструкциях определяется по следующей зависимости:

$$D = 135,9 + 4,5m + 5,9 \cdot V + 8,1 \cdot H - 5,7 \cdot i - 0,4 \cdot R, \text{ МПа}$$

где m – масса груза в кузове автосамосвала, т; V – скорость движения автосамосвала, км/ч; H – средняя высота неровностей дорож-

ного полотна, см; i – продольный уклон дороги, %; R – радиус поворота, м.

Масса груза в кузове автосамосвала будет зависеть от характеристик горной массы, объема ковша экскаватора и количества загружаемых ковшей:

$$m = \frac{n_{\text{ф}} \cdot V_{\text{э}} \cdot k_{\text{НК}} \cdot \rho_{\text{ц}}}{k_{\text{р}}},$$

где $n_{\text{ф}}$ – число загружаемых ковшей; $V_{\text{э}}$ – вместимость ковша экскаватора, м³; $k_{\text{НК}}$ – коэффициент наполнения ковша; $\rho_{\text{ц}}$ – плотность горной породы в целике, т/м³; $k_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления горной массы.

Максимальное число загружаемых ковшей в кузов зависит от плотности горной массы и ограничивается объемом кузова или грузоподъемностью автосамосвала. Поэтому необходимо определить максимально возможное количество загружаемых ковшей по объему кузова ($n_{\text{КО}}$) и по грузоподъемности автосамосвала ($n_{\text{КГ}}$):

$$n_{\text{КО}} = \frac{V_{\text{а}} \cdot k_{\text{Ш}}}{V_{\text{э}} \cdot k_{\text{НК}}},$$
$$n_{\text{КГ}} = \frac{q \cdot k_{\text{р}}}{V_{\text{э}} \cdot k_{\text{НК}} \cdot \rho_{\text{ц}}},$$

где q – грузоподъемность автосамосвала, т; $k_{\text{Ш}} = 1,0 \div 1,1$ – коэффициент загрузки с «шапкой».

К дальнейшим расчетам принимаем меньшее и округленное до целого числа значение, которое будет обозначаться $n_{\text{к}}$.

Зависимость фактического ресурса несущей системы автосамосвала от величины динамических напряжений $L_{\text{м.ф}} = f(D)$ будет иметь вид

$$L_{\text{м.ф}} = 3333,5 e^{-0,0052D}.$$

Для того чтобы оценить отклонение фактического ресурса от нормативного значения введен коэффициент, равный отношению фактического значения ресурса несущей системы к нормативному:

$$K_L = \frac{L_{\text{м.ф}}}{L_{\text{м.н}}},$$

где K_L – коэффициент, учитывающий изменение ресурса несущей системы при различной степени загрузки автосамосвала; $L_{\text{м.ф}}$, $L_{\text{м.н}}$ – соответственно, фактический и нормативный ресурс несущей системы автосамосвала, тыс. км.

Отклонение фактического значения ресурса несущей системы будет пропорционально изменению нормативной продолжительности нахождения автосамосвалов в ремонте в течение года. Таким образом, если уменьшить степень загрузки автосамосвала, то несущие металлоконструкции испытывают меньшие динамические напряжения, а это в свою очередь увеличивает ресурс. Следовательно, ремонт несущей системы автосамосвала за год необходимо будет провести меньшее количество раз, что позволит увеличить количество рабочих дней в году, продолжительность работы за год и, соответственно, годовая производительность $W_{\text{год}}$ возрастет. Поэтому фактическое количество дней нахождения автосамосвала в ремонте будет изменяться прямо пропорционально изменению ресурса несущей системы, значит, определить фактическую продолжительность простоя автосамосвала в ремонте можно с помощью коэффициента K_L , и тогда будет справедливо следующее выражение:

$$D_{\text{рем}}^{\text{ф}} = \frac{D_{\text{рем}}^{\text{н}}}{K_L},$$

где $D_{\text{рем}}^{\text{ф}}$, $D_{\text{рем}}^{\text{н}}$ – соответственно, фактическое и нормативное количество дней нахождения автосамосвалов в ремонте за год.

Таким образом, при уменьшении степени загрузки автосамосвалов, их количество увеличивается, что вызывает рост суммарной сменной производительности. Однако нельзя бесконечно снижать степень загрузки, так как, во-первых, возникнут транспортные заторы на маршруте, во-вторых, часовая производительность автосамосвалов снизится настолько, что вызовет уменьшение суммарной сменной производительности.

Практическое занятие № 8.

Определение оптимального соотношения вместимости кузова самосвала и ковша экскаватора.

Цель занятия: получить навыки расчета оптимального соотношения вместимости кузова самосвала и ковша экскаватора.

Теоретическая часть

Погрузка, как и транспортирование, горной массы является ключевым процессом в технологии открытой разработки месторождений и оказывает определяющее воздействие на технико-экономические показатели горнодобывающих предприятий.

При оперативном управлении погрузочно-транспортным комплексом оптимальные показатели использования горнотранспортного оборудования достигаются регулированием количества автосамосвалов, направляемых к экскаваторам.

Для обеспечения правильной организации работы экскаваторно-автомобильного комплекса (ЭАК) и эффективного его использования во времени большое значение имеет выбор оптимального сочетания между вместимостью кузова автосамосвала (V_a) и вместимостью ковша экскаватора ($V_э$). Несоответствие экскаваторов и автосамосвалов является причиной низкой загрузки погрузочно-транспортного оборудования, значительных технологических и организационных простоев оборудования, перегрузки автосамосвалов и так далее.

Рациональное сочетание сопряженных рабочих параметров (вместимость кузова автосамосвала и ковша экскаватора) машин ЭАК должно обеспечивать:

- максимальную производительность комплекса в заданных условиях;
- предупреждение динамических перегрузок узлов автосамосвала в процессе его загрузки;
- обеспечение оптимальной степени загрузки;
- наименьшие затраты на погрузку и транспортирование горной массы.

Соотношение V_a к $V_э$ определяет степень производительного использования как экскаватора, так и автосамосвала и этим оказы-

вает влияние на экономические показатели погрузочно-транспортного процесса. Отношение V_a / V_{Σ} , которое при конкретных горно-технических условиях обеспечивает высокопроизводительную работу ЭАК в целом и наименьшие эксплуатационные и капитальные затраты на процессы погрузки и транспортирования горной массы, является оптимальным. На него следует ориентироваться при формировании погрузочно-транспортных комплексов карьеров. Отношение V_a / V_{Σ} зависит как от технической характеристики погрузочного оборудования (масса экскаватора, его геометрические параметры, продолжительность цикла экскавации, вместимость ковша и другие), так и от горно-технических условий работы ЭАК (физико-механические свойства горной массы, параметры забоя экскаватора, расстояние транспортирования, сложность трассы и параметры автодорог, качество дорожной одежды, среднетехническая скорость движения автосамосвалов, организация погрузки и разгрузки и другие).

Факторы, влияющие на выбор оптимального соотношения V_a / V_{Σ} , можно разделить на следующие группы:

1. Факторы, определяющие эффективность экскавации – группа технических и технологических факторов, определяющих время цикла экскаватора. К ним относятся тип и конструктивные особенности экскаватора, горно-геологические параметры системы разработки, высота уступа, ширина экскаваторной заходки, кусковатость горной массы, крепость горных пород, схема заезда и способ установки автосамосвала под погрузку;

2. Факторы, определяющие эффективность транспортирования автосамосвалами – группа технических и технологических факторов, определяющих время цикла автосамосвала. К ним относятся тип привода, тягово-динамические и тормозные качества автосамосвалов, расстояние транспортирования, высота подъема горной массы, средневзвешенный уклон, тип и состояние дорожного покрытия, ширина карьерных автодорог;

3. Совокупность организационных и технологических факторов, определяющих эффективность работы экскаваторно-автомобильного комплекса в целом. К ним относятся: схема и время заезда автосамосвала под погрузку, время обмена автосамосвалов.

Рассмотрим подробнее факторы, влияющие на соотношение V_a / V_{Σ} (рис. 1).

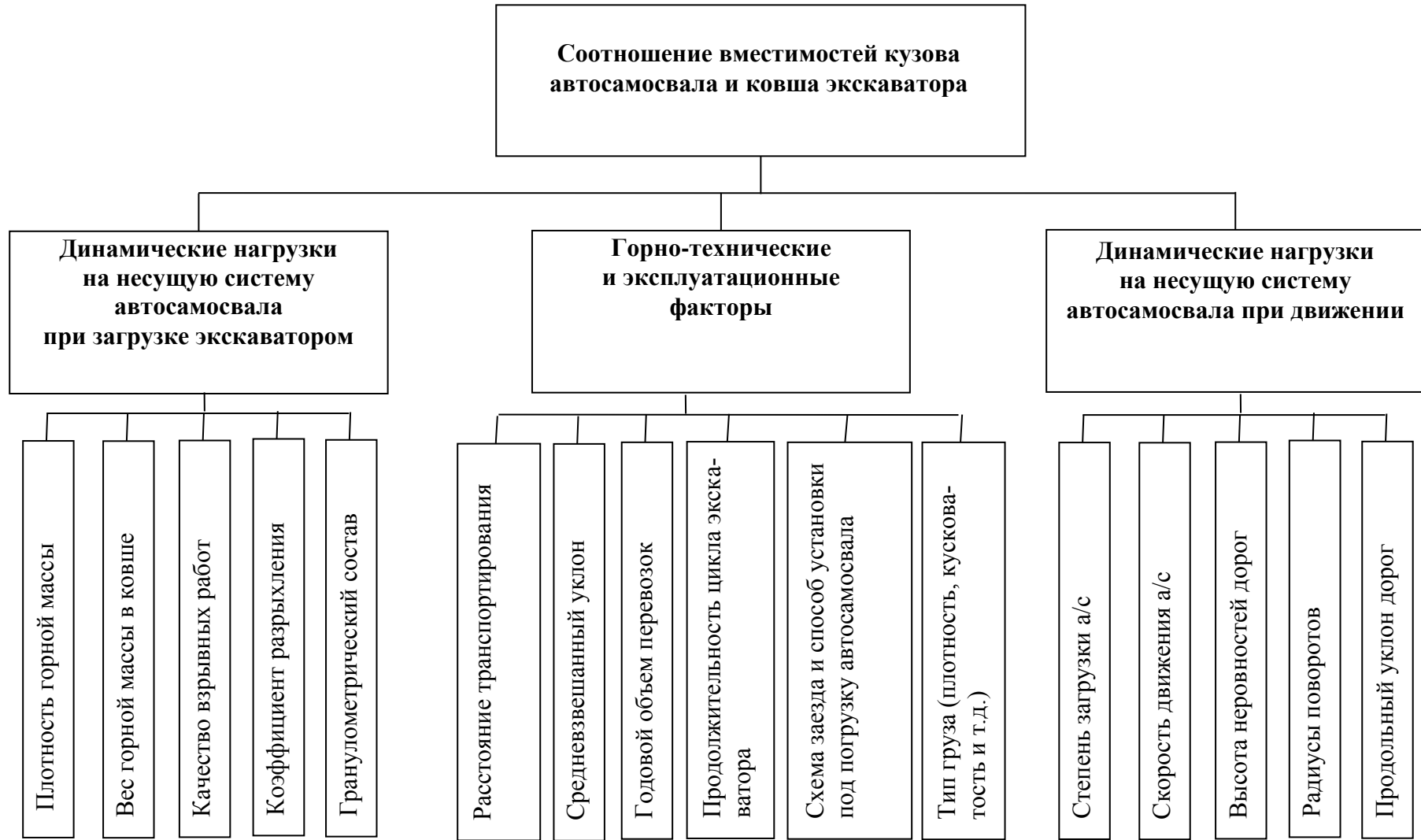


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на соотношение $V_a / V_{\text{Э}}$.

При погрузочных операциях большое значение имеет соотношение вместимостей ковша экскаватора и кузова автосамосвала, определяющее число ковшей горной массы, погружаемой в автосамосвал. Установить строгое кратное соотношение между этими параметрами трудно, поскольку плотность горной массы даже для одного и того же забоя может изменяться в широких пределах.

Характер задачи, для решения которой требуется установить рациональное соотношение $V_a/V_э$, обуславливает методику его расчета. Следует учитывать, что существует минимально допустимое соотношение, которое определяется необходимостью максимальной реализации технической производительности экскаватора и прочностными свойствами автосамосвалов. Установлено, что значение минимально допустимого $V_a/V_э$ по первому условию равно двум. Минимальное значение $V_a/V_э$ по прочностным свойствам может быть определено с учетом ряда факторов.

При погрузке ковша экскаватора в конструктивных элементах автосамосвала под действием статических и динамических нагрузок от разгружаемой горной массы возникают напряжения, которые находятся в прямой зависимости от плотности горной массы и вместимости ковша экскаватора. Эти нагрузки ограничивают минимальное значение соотношения вместимости кузова автосамосвала и ковша экскаватора.

Объем горной массы, погружаемой в кузов автосамосвала, зависит от плотности транспортируемого груза. Практика эксплуатации карьерного автотранспорта на отечественных карьерах показывает, что до 70 % транспортируемых горных пород вскрыши имеют плотность 2,2–2,7 т/м³, более половины руд черных и цветных металлов характеризуется плотностью 2,9–3,8 т/м³, а плотность каменного угля составляет 1,3–1,6 т/м³.

В настоящее время на карьерах черной и цветной металлургии значительную долю в процессе транспортирования составляют скальные породы и руды (74–80 % от общего объема транспортируемой массы). При разработке глубоких карьеров плотность горной массы, представленной абразивными скальными породами и рудами, равна 2,5–3,5 т/м³. Это предъявляет повышенные требования к надежности и долговечности кузовов автосамосвалов.

На эффективность технологического взаимодействия автосамосвалов и экскаваторов влияет продолжительность процесса по-

грузки и их простоев. На долю простоев автосамосвалов в ожидании погрузки в зависимости от горнотехнических и организационных условий приходится до 15–18 % сменного времени.

Соотношение $V_a / V_{\text{Э}}$, величина которого в зависимости от свойств горных пород, параметров оборудования и времени транспортного цикла определяется прочностными свойствами автосамосвалов, особенно при погрузке скальных пород.

При черпании скальных пород экскаватором должно соблюдаться условие, при котором размер наибольшего сечения самого крупного куска должен быть меньше поперечного сечения ковша. Насыпные же грузы характеризуются плотностью, крупностью, углом естественного откоса и коэффициентом разрыхления. При выборе параметров транспортных машин большое значение имеет крупность транспортируемого груза, которая характеризуется кусковатостью и гранулометрическим составом.

На продолжительность цикла большое влияние оказывают крепость горной породы, плотность и ее гранулометрический состав. Эти величины влияют на коэффициент наполнения и коэффициент разрыхления.

Ухудшение степени дробления породы вызывает увеличение времени на отдельные операции цикла экскаватора. С увеличением крупности кусков уменьшается коэффициент экскавации, что приводит к снижению производительности экскаватора. Рациональное соотношение $V_a / V_{\text{Э}}$ интенсивно снижается с увеличением среднего диаметра куска.

Кроме того, при выборе рационального соотношения должны учитываться такие факторы, как расстояние транспортирования и продольные уклоны автодорог. С увеличением расстояния и средневзвешенного уклона соотношение $V_a / V_{\text{Э}}$ должно повышаться.

Динамика загрузки автосамосвала регулируется в первую очередь изменением высоты падения груза в определенных пределах, определяемых главным образом конструктивными параметрами ковша экскаватора. С увеличением мощности экскаваторов и, следовательно, вместимости ковша минимальная высота разгрузки и фактическая минимальная высота падения груза увеличиваются. Таким образом, при уменьшении соотношения $V_a / V_{\text{Э}}$, увеличивается масса груза, находящейся в ковше экскаватора. В результате чего

возрастают динамические нагрузки на опорные металлоконструкции автосамосвала, а их ресурс снижается (рис. 2).

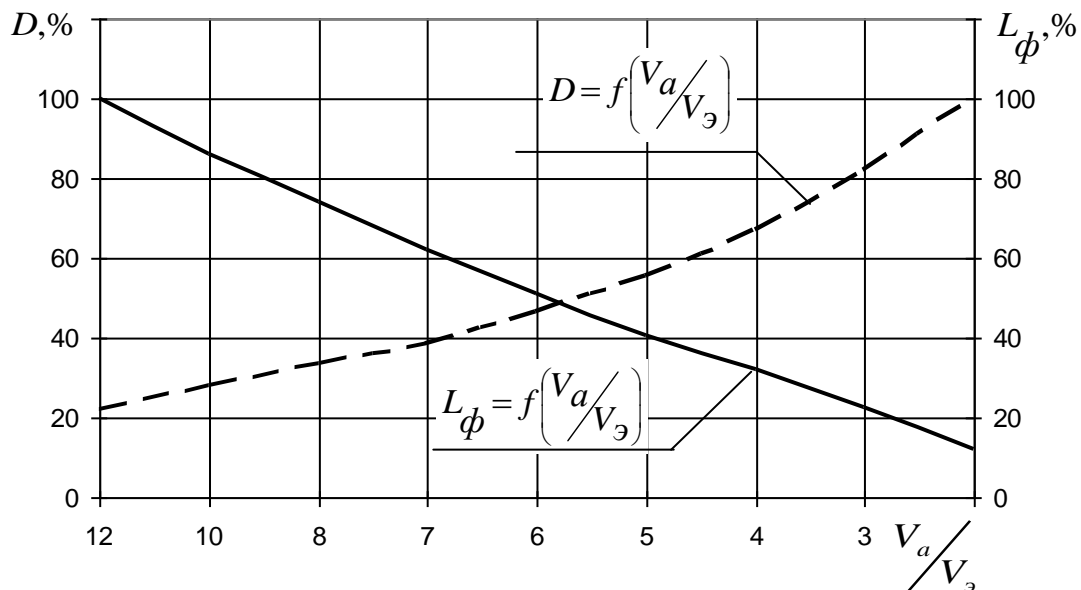


Рисунок 2 – Влияние соотношения $V_a/V_{\text{э}}$ на интенсивность напряжений D и фактический ресурс несущей системы L_{ϕ} при погрузке автосамосвала БелАЗ-75213

Еще более опасное воздействие на конструкции автосамосвалов оказывают динамические нагрузки, создаваемые при загрузке мощными экскаваторами больших глыб массой в десятки тонн. Следовательно, при использовании в экскаваторно-автомобильных комплексах экскаваторов с большой вместимостью ковша возникает задача – обеспечить такое рыхление скального массива и такую погрузку, при которых будет практически исключено попадание крупных глыб в ковш экскаватора и в автосамосвал.

Динамические нагрузки, испытываемые автосамосвалом при разгрузке ковша, во многом зависят от точки приложения динамических нагрузок в площади платформы, а динамические нагрузки на узлы и элементы при движении автосамосвала – от равномерности распределения груза на платформе. Смещение центра тяжести груженого автосамосвала относительно поперечной оси приводит к перекосу подрессоренной массы, неравномерному износу элементов машины при движении, особенно рессорного подвешивания, уменьшению устойчивости автосамосвала.

Однако на практике обеспечить равномерную загрузку автосамосвала в некоторых случаях затруднительно из-за несоответствия параметров ковша и грузовой платформы.

Так как динамические нагрузки, испытываемые несущей системой автосамосвала при его загрузке, так же как и при движении, непосредственно определяют ресурс, то оценивать эффективность принятого соотношения $V_a / V_{\text{э}}$ следует по годовой производительности (рис. 3).

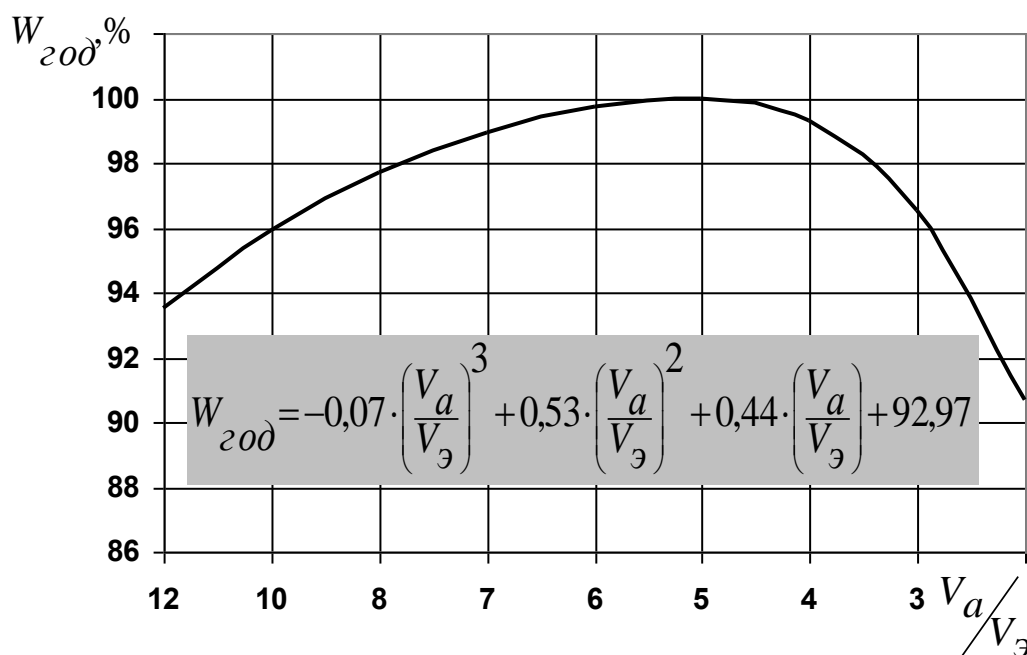


Рисунок. 3 – Зависимость годовой производительности $W_{\text{год}}$ автосамосвала БелАЗ-75213 от соотношения $V_a / V_{\text{э}}$.

Зависимости, представленные на рис. 2–3 были получены для одного определенного вида горной массы, имеющей плотность $1,3 \text{ т/м}^3$ и с коэффициентом разрыхления 1,35. Однако, как было сказано ранее, плотность горной породы оказывает значительное влияние на величину динамических нагрузок, а, следовательно, на годовую производительность автосамосвала и оптимальное соотношение $V_a / V_{\text{э}}$ (рис. 4).

Коэффициент разрыхления горной массы влияет не только на динамические нагрузки в несущей системе автосамосвала, но и на продолжительность цикла экскаватора, а, значит, также будет оказывать влияние на производительность и выбор оптимального соотношения $V_a / V_{\text{э}}$ (рис. 5).

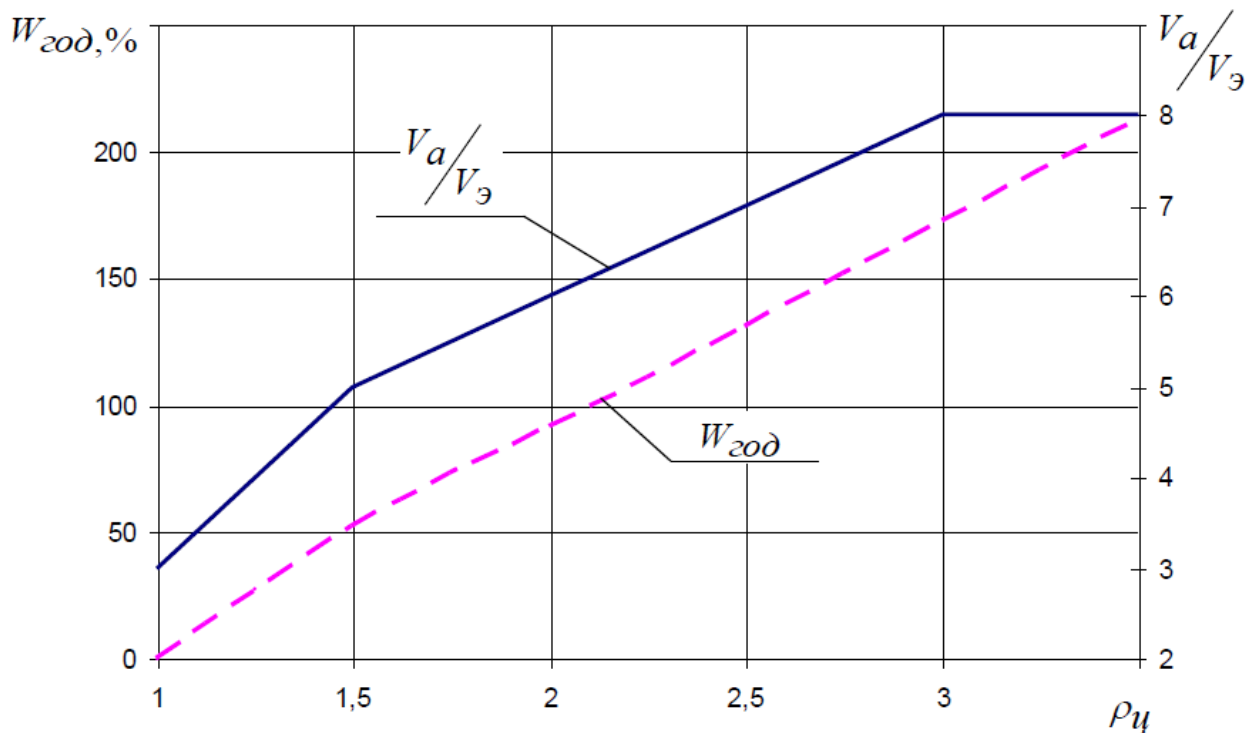


Рисунок 4 – Влияние плотности горной породы $\rho_{ц}$ на годовую производительность $W_{год}$ автосамосвала БелАЗ-75213 и оптимальное соотношение $V_a/V_{э}$.

Таким образом, установлено, что с увеличением плотности горной породы возрастает годовая производительность автосамосвала, для получения которой необходимо применять большее соотношение $V_a/V_{э}$ (рис. 4). А при увеличении коэффициента разрыхления горной массы годовая производительность и оптимальное соотношение $V_a/V_{э}$ уменьшаются (рис. 5).

Все перечисленные факторы рассмотрены с целью определения характера их влияния на соотношение $V_a/V_{э}$. Все эти факторы действуют в неразрывной совокупности, поэтому рациональное соотношение вместимости кузова автосамосвала и ковша экскаватора целесообразно определять с помощью математической модели, позволяющей учесть изменение всех влияющих факторов и оценить степень их влияния.

Таким образом, зависимость годовой производительности автосамосвала от соотношения вместимости кузова и вместимости ковша (рис. 3) имеет экстремум, при котором годовая производительность максимальная, а соотношение $V_a/V_{э}$ оптимальное.

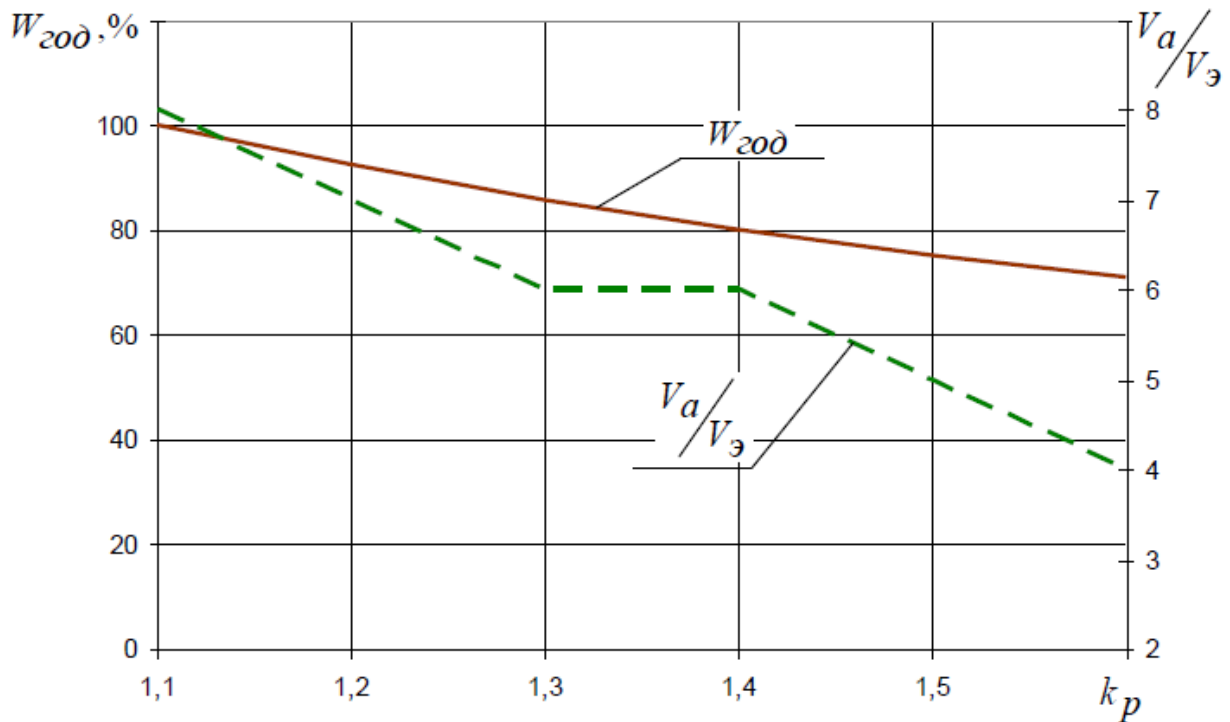


Рисунок 5 – Зависимость годовой производительности автосамосвала БелАЗ-75213 и соотношения $V_a / V_э$ от коэффициента разрыхления горной массы

В результате исследований в работе установлено, что данная зависимость описывается следующим выражением:

$$W_{год} = -a \cdot \left(\frac{V_a}{V_э}\right)^3 + b \cdot \left(\frac{V_a}{V_э}\right)^2 + c \cdot \left(\frac{V_a}{V_э}\right) + d,$$

где a, b, c, d – коэффициенты, учитывающие факторы, влияющие на величину оптимального соотношения вместимости кузова автосамосвала и ковша экскаватора.

В данном случае оптимальным является соотношение $V_a / V_э = 5$, что позволит варьировать степень загрузки автосамосвала с шагом в 20 % и загрузить его на 80 %, 60 % и так далее. А оптимальная степень загрузки автосамосвала, определенная по методике, разработанной во второй главе, составила 0,82. Так как разница между значением 0,82 и ближайшим значением 0,8 менее 5 %, то использование погрузочно-транспортного оборудования с данным соотношением является целесообразным. В случае если эта разница составляет более 5 %, необходимо использовать комплексы с соотношением $V_a / V_э + 1$, что позволит варьировать степень загрузки автосамосвала с меньшим шагом.

Проанализировав зависимости, представленные на рис. 2 и 3, можно сделать вывод, что при увеличении соотношения $V_a/V_э$ уменьшаются динамические нагрузки на опорные металлоконструкции и увеличивается их ресурс, а, следовательно, растет и годовая производительность. Однако в определенный момент увеличение соотношения $V_a/V_э$ приведет к значительным простоям автосамосвала под погрузкой, что вызовет снижение годовой производительности.

Практическая часть

Условие оптимизации: $W_{\text{год}} = \max \Rightarrow \frac{V_a}{V_э} \rightarrow \text{оптим.}$

Годовая производительность зависит от режима и продолжительности работы автосамосвала за год и определится по формуле

$$W_{\text{год}} = W_{\text{час}} \cdot T_{\text{раб.год}},$$

где $W_{\text{час}}$ – часовая производительность автосамосвала, т/ч (т·км/ч);
 $T_{\text{раб.год}}$ – продолжительность работы за год, ч.

$$T_{\text{раб.год}} = D_{\text{раб.год}} \cdot t_{\text{см}} \cdot c,$$

где $D_{\text{раб.год}}$ – количество рабочих дней в году; $t_{\text{см}}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч; c – количество смен.

Для определения продолжительности работы автосамосвала в течение года необходимо оценить величину динамических напряжений, возникающих в несущей системе автосамосвала при загрузке их экскаваторами, а также установить величину фактического ресурса опорных металлоконструкций и изменение его при работе с различными марками экскаваторов в различных условиях эксплуатации.

$$D_{\text{раб.год}} = D_{\text{кал}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{ТО,Р}},$$

где $D_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $D_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $D_{\text{ТО,Р}}$ – количество дней нахождения автосамосвала в техническом обслуживании и ремонте.

$$D_{\text{ТО,Р}} = D_{\text{ТО}} + D_{\text{Р}},$$

где $D_{\text{ТО}}$ – количество дней простоя в ТО; $D_{\text{Р}}$ – количество дней простоя в ремонте.

Величина динамических напряжений, возникающих в несущей системе автосамосвала при разгрузке ковша экскаватора:

$$D = \frac{P_{\text{Д}}}{q_{\text{а}}} \cdot \frac{1}{T_{\text{р}}}, \text{ Н}/(\text{т} \cdot \text{ч}),$$

где $P_{\text{Д}}$ – сила удара разгружаемого из ковша груза при падении с высоты 2–3 м (зависящей от линейных размеров ковша экскаватора), Н; $q_{\text{а}}$ – собственная масса автосамосвала, т; $T_{\text{р}}$ – продолжительность рейса автосамосвала, ч.

$$T_{\text{р}} = \frac{l_{\text{е.р}}}{k_{\text{с}} \cdot V_{\text{т.р}}} + \frac{l_{\text{е.х}}}{k_{\text{с}} \cdot V_{\text{т.х}}} + T_{\text{пр}},$$

где $l_{\text{е.р}}$, $l_{\text{е.х}}$ – длина ездки соответственно в прямом (груженом) и в обратном (порожном) направлениях, км; $V_{\text{т.р}}$, $V_{\text{т.х}}$ – скорость движения автосамосвала соответственно при рабочем (груженом) и при холостом (порожном) ходе, км/ч; $k_{\text{с}} = 0,75 \div 0,9$ – коэффициент скорости, равный отношению средней скорости движения по маршруту, к скорости, определенной по динамической характеристики.

Силу удара по днищу кузова автосамосвала при загрузке:

$$P_{\text{Д}} = \pi \cdot m \sqrt{2g \cdot H} / (2\tau), \text{ Н},$$

где m – масса падающего груза, кг; H – высота падения, м; τ – продолжительность первого контакта груза с днищем кузова, зависящая от высоты падения груза, с.

Масса груза в ковше экскаватора зависит от линейных размеров и вместимости ковша, от характеристик горной массы, и определяется:

$$m = \frac{V_{\text{э}} \cdot k_{\text{НК}} \cdot \rho_{\text{Ц}}}{k_{\text{р}}}, \text{ т},$$

где $V_{\text{э}}$ – вместимость ковша экскаватора, м³; $k_{\text{НК}}$ – коэффициент наполнения ковша; $\rho_{\text{Ц}}$ – объемная масса (плотность) горной породы в целике, т/м³; $k_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления горной массы.

Фактический ресурс несущей системы автосамосвала:

$$L_{\text{м.ф}} = 3333,5 \cdot e^{-0,0052 \cdot D}, \text{ тыс. км}$$

$$W_{\text{час}} = \frac{m \cdot n_{\text{к}}}{\frac{l_{\text{ег}}}{V_{\text{T}} \cdot \beta} + T_{\text{пр}}}, \text{ т/ч}$$

Представление преподавателю письменной самостоятельной работы на тему «Критерии оптимальной степени загрузки автосамосвалов».

Для защиты практической работы обучающимся необходимо ответить на следующие вопросы письменно:

1. Обеспечение безопасности движения автосамосвалов при недостаточной видимости.
2. Критерии оптимальной степени загрузки автосамосвалов.
3. Определение оптимальной степени загрузки автосамосвалов.

Контрольные вопросы для защиты практических работ

1. От какого показателя зависит соотношение вместимости кузова самосвала и ковша экскаватора?
2. По каким показателям подбирается марка самосвала?
3. Правило округления полученных значений количества ковшей по объему и грузоподъемности.
4. Как определить полную массу самосвала.
5. Как рассчитываются коэффициенты использования грузоподъемности и объема кузова?
6. Чем отличается номинальная грузоподъемность от фактической?
7. От каких факторов зависит интенсивность движения самосвалов?
8. Перечислите основные параметры карьерных автодорог?
9. От чего зависит выбираемая категория технологической автодороги?
10. Как определить параметры карьерных автодорог в местах пересечения маршрутов?
11. Что такое уклон виража? И как он зависит от радиуса поворота?
12. Методика разбивки маршрута на характерные участки.

13. От каких факторов зависит себестоимость транспортирования?

14. Критерии при определении оптимальной скорости движения по маршруту при перевозке вскрышных пород и полезных ископаемых.

15. Перечислите виды скоростных ограничений?

16. Как определить максимально возможное количество самосвалов на маршруте?

СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Цель самостоятельной работы студентов – получить новые знания по дисциплине «Перевозочная деятельность на разрезах».

Задачи самостоятельной работы студентов:

1) изучение особенностей карьерного транспорта и транспортного процесса;

2) получение знаний в области математических методов оптимизации скорости движения и схем маневрирования автосамосвалов под погрузку и разгрузку;

3) изучение свойств, диаграммы и уравнения транспортного потока;

4) изучение критериев оптимальной степени загрузки автосамосвалов.

В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны изучить литературу по вопросам тем лекционных и практических занятий, подготовиться к защите практических работ, составить конспекты, которые предоставляются преподавателю подлежат защите; выполнить разделы курсового проекта в соответствии с графиком.

Формами текущего контроля самостоятельной работы обучающихся всех форм обучения являются:

- защита практических работ по контрольным вопросам;
- проверка конспекта;
- проверка выполненных разделов курсового проекта в соответствии с графиком.

ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект – важный компонент учебного процесса. Он является решающей формой самоконтроля, а также контроля студента со стороны преподавателя. К выполнению курсового проекта следует приступать, когда самостоятельно пройден весь учебный курс.

Цель выполнения курсового проекта – закрепление знаний, полученных студентами при изучении дисциплины «Перевозочная деятельность на разрезах».

Курсовой проект выполняется по вариантам.

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки и графической части.

Содержание пояснительной записки:

- титульный лист (приложение 1);
- содержание, перечень графического материала;
- выбор типа и марки автосамосвала;
- выбор параметров карьерных технологических автодорог;
- расчет скоростных режимов движения автосамосвалов по заданным маршрутам;
- расчет величины парка автосамосвалов, необходимого для перевозки заданного объема горной массы;
- технологический расчет производственно-технической базы для эксплуатации данного парка автосамосвалов;
- список используемой литературы;
- приложения.

Графическая часть проекта выполняется в объеме 5 листов и может иметь следующее содержание:

- первый и второй листы – результаты выбора типа и марки автосамосвалов и их скоростных режимов движения;
- третий лист – генеральный план предприятия;
- четвертый лист – главный производственный корпус;
- пятый лист – производственное подразделение (зона, участок, складское помещение) с расстановкой специального технологического оборудования и указанием рабочих мест.

Курсовой проект должен быть правильно и аккуратно оформлен. Курсовой проект должен содержать 18–20 страниц текста. В конце курсового проекта должен быть указан список литературы,

используемой при его написании. На титульном листе курсового проекта (обложке) необходимо указать фамилию и инициалы студента, номер зачетной книжки, номер группы в которой учится студент. Страницы курсового проекта должны быть пронумерованы.

Расчетно-пояснительную записку оформляют в соответствии с ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам».

При использовании справочных материалов (нормативов, рекомендаций, статистических данных, формул и т.д.) необходима ссылка на литературные или иные источники.

Для сокращения объема пояснительной записки при циклических расчетах необходимо привести расчетные формулы, пример расчета одной величины, а все результаты расчета свести в таблицы.

Курсовой проект включает в себя следующие разделы:

1. Выбор типа и марки автосамосвала для заданного маршрута, типа экскаватора, типа перевозимого груза и годового объема перевозок.
2. Выбор параметров карьерных технологических дорог.
3. Расчет скоростных режимов движения автосамосвалов по маршруту. Расчет скоростных ограничений.
4. Расчет необходимого парка автосамосвалов.
5. Проектирование производственно-технической базы.
6. Графическая часть (результаты выбора скоростных режимов движения по маршруту).

Контрольные вопросы для защиты разделов курсового проекта

1. По каким параметрам производится выбор модели самосвала?
2. Как рассчитывается коэффициент использования грузоподъемности?
3. Что такое коэффициент использования пробега?
4. Что влияет на продолжительность работы самосвала в год?
5. Как рассчитать непосредственное время разгрузки самосвала?
6. Перечислите основные параметры карьерных автодорог?
7. Какая схема заезда под погрузку является более предпочтительной? И почему?
8. Назовите тип трансмиссии выбранной марки автосамосвала.
9. Перечислите рассчитанные скоростные ограничения?
10. Какое значение скорости из рассчитанных, с учетом скоростных ограничений, Вы выберете?
11. Критерий оптимизации скорости движения при перевозке полезных ископаемых?
12. От каких факторов зависит производительность самосвала?
13. Всегда ли при движении на спуск самосвал движется в режиме торможения? Почему?
14. Критерий определения режима движения самосвала.
15. В каких единицах измеряется продольный и поперечный уклоны карьерных дорог?
16. Взаимосвязь радиуса поворота и поперечного уклона дороги.
17. Способы определения оптимальной скорости движения.
18. От какого параметра зависит необходимое количество самосвалов на маршруте?

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ

Примерный перечень вопросов на зачет

1. Классификация карьерного транспорта.
2. Схемы установки самосвалов под экскаватор. Преимущества и недостатки.
3. Назовите параметры карьерных технологических автодорог.
4. Понятие транспортного процесса на карьерном транспорте.
5. Мероприятия по совершенствованию транспортного процесса на карьерном транспорте.
6. Задачи, решаемые при оптимизации режимов движения карьерных автосамосвалов.
7. Выбор типа и марки автосамосвала по заданному объему перевозок, типу экскаватора, типу перевозимого груза.
8. Определение количества загружаемых ковшей. Расчет грузоподъемности и объема кузова автосамосвала.
9. Расчет потенциально возможного количества ковшей по грузоподъемности и объему кузова автосамосвала.
10. Выбор параметров карьерных технологических дорог. Расчет интенсивности движения.
11. Выбор параметров карьерных технологических дорог в случае, если маршруты пересекаются или имеют общие участки.
12. Расчет часовой производительности автосамосвала.
13. Этапы расчета скоростных режимов движения автосамосвалов по маршрутам.
14. Разбивка маршрута на характерные участки.
15. Расчет времени простоя автосамосвала в течение одного рейса.
16. Состав часовых переменных затрат.
17. Расчет часовых затрат на топливо.
18. Расчет часовых затрат на смазочные материалы, шины, техническое обслуживание и ремонт карьерных автосамосвалов.
19. Критерий оптимизации скорости движения при перевозке вскрышных пород.
20. Критерий оптимизации скорости движения при перевозке полезных ископаемых.

21. Расчет скоростных режимов движения автосамосвалов по маршруту методом перебора.
22. Расчет скоростных режимов движения автосамосвалов по маршруту методом деления пополам.
23. Расчет скоростных ограничений при движении по маршруту.
24. Выбор скоростных режимов движения автосамосвалов по маршруту.
25. Расчет необходимого парка автосамосвалов.
26. Автомобильный транспорт карьеров. Преимущества, недостатки и область применения.
27. Железнодорожный транспорт карьеров. Преимущества, недостатки и область применения.
28. Конвейерный транспорт карьеров. Преимущества, недостатки и область применения.
29. Типы вагонов.
30. Типы конвейерных установок.

Примерный перечень вопросов на экзамен

1. Приведите пример классификации карьерного транспорта.
2. Преимущества, недостатки и область применения автомобильного карьерного транспорта.
3. Преимущества, недостатки и область применения железнодорожного карьерного транспорта.
4. Преимущества, недостатки и область применения конвейерного транспорта.
5. Методика выбора модели карьерного самосвала для заданных условий эксплуатации.
6. Назовите параметры карьерных технологических автодорог.
7. Факторы, влияющие на выбор параметров карьерных автодорог.
8. Критерий оптимизации при перевозке полезных ископаемых.
9. Критерий оптимизации при перевозке вскрышных пород.
10. Последовательность расчета себестоимости перевозок.
11. Что такое производительность самосвалов? И от чего она зависит?
12. Схемы установки самосвалов под экскаватор.
13. Схемы установки самосвалов под погрузку колесными погрузчиками.
14. Расчет скоростных ограничений движения по маршруту.

15. Методика выбора скоростных режимов движения.
16. Способы определения оптимальной скорости движения самосвала.
17. Методика определения оптимальной степени загрузки карьерных самосвалов.
18. Что такое степень загрузки самосвала? Взаимосвязь ее с коэффициентом использования грузоподъемности.
19. Методика определения оптимального соотношения вместимости кузова самосвала и ковша экскаватора.
20. Влияние динамических нагрузок на несущую систему самосвала на часовую, сменную и годовую производительности.
21. Понятие транспортного потока.
22. Свойства, уравнение и диаграмма транспортного потока.

Пример экзаменационного билета приведен в приложении 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебном пособии представлена и систематизирована самая актуальная на данный момент информация и последние тенденции в теории перевозок на разрезах.

Приведено достаточно подробное описание некоторых аспектов, связанных с описанием особенностей организации работы на разрезах.

Изложенный в настоящем учебном пособии материал создает необходимую базу для расширения и углубления всех сведений, касающихся теории и практики организации и обеспечения работы карьерного транспорта.

Кроме этого учебное пособие способствует углублению и укреплению знаний, полученных обучающимися на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Оно позволяет развить у обучающихся способность к творческому, самостоятельному анализу учебной и нормативной литературы, вырабатывать умение систематизировать материал, формировать и укреплять навыки практического применения своих знаний.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ширяев, С. А. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 240100.1 «Организация перевозок и управление на транспорте «Автомобильный транспорт» / С. А. Ширяев, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. – Москва : Горячая линия–Телеком, 2007. – 848 с.

2. Буянкин, А. В. Карьерные перевозки [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направления подготовки 190700.62 «Технология транспортных процессов», профиль 190701.62 «Организация перевозок на автомобильном транспорте» / А. В. Буянкин ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. автомоб. перевозок. – Кемерово, 2013. – 78 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Доступна электронная версия:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90982&type=utchposob:common>

3. Стенин, Д. В. Организация перевозочной деятельности на карьерном транспорте [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / Д. В. Стенин, А. В. Кудреватых ; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. эксплуатации автомобилей. – Кемерово, 2017. – 38 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Доступна электронная версия:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91513&type=utchposob:common>

Дополнительная литература

4. Буянкин, А. В. Транспортные и погрузо-разгрузочные средства [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направления 190700.62 «Технология транспортных процессов» профиля подготовки 190701.62 «Организация перевозок на автомобильном транспорте», специальности 190701 «Организация перевозок на транспорте (автомобильный транспорт)» / А. В. Буянкин, Ю. Е. Воронов; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. автомоб. перевозок. – Кемерово, 2012. – 98 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Доступна электронная версия : <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90839&type=utchposob:common>

5. Власов, В. М. Информационные технологии на автомобильном транспорте [Текст] : учебник для вузов, обучающихся по

направлению подготовки бакалавров «Технология транспортных процессов» (профили подготовки «Организация перевозок на автомобильном транспорте», «Международные перевозки на автомобильном транспорте» [и др.]) / В. М. Власов, Д. Б. Ефименко, В. Н. Богумил; под ред. В. М. Власова. – Москва : Академия, 2014. – 256 с.

6. Вельможин, А. В. Основы теории транспортных процессов и систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология транспортных процессов» (профили подготовки «Организация перевозок на автомобильном транспорте», «Управление на автомобильном транспорте», «Международные перевозки на автомобильном транспорте», «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте», «Организация перевозок и управление в единой транспортной системе», «Транспортно–экспедиторская деятельность», «Транспортная логистика», «Региональный и городской транспортный комплекс») / А. В. Вельможин, В. А. Гудков. Л. Б. Миротин. – Москва : Академия, 2015. – 224 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Официальный сайт Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева.

Режим доступа: www.kuzstu.ru

2. Электронные библиотечные системы:

– Университетская библиотека онлайн. Режим доступа: www.biblioclub.ru;

– Лань. Режим доступа: <http://e.lanbook.com>;

– Консультант студента. Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru>

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Libre Office

2. Mozilla Firefox

3. Microsoft Windows

Пример экзаменационного билета

КузГТУ Дб _____07

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

**Экзаменационный
билет № 1**

по дисциплине: Перевозочная деятельность на разрезах
Институт информационных технологий, машиностроения и автотранспорта
Курс 4. Семестр 8

Вопрос 1. Классификация карьерного транспорта.

Вопрос 2. Методика определения оптимальной степени загрузки самосвалов.

Составил: доцент Стенин Д. В.

Утверждаю: зав. кафедрой Кудреватых А. В.

Вопросы в билете формируются случайным образом.

Приложение 2

Оформление титульного листа курсовой работы

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»
Кафедра эксплуатации автомобилей

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Перевозочная деятельность на разрезах»

Выполнил: студент группы ____

(ФИО студента)

шифр зачетной книжки _____

Проверил:

(ФИО преподавателя)

Кемерово 20____

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ	5
СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	5
Практическое занятие № 1. Выбор марки самосвала для заданных условий эксплуатации	6
Практическое занятие № 2. Определение параметров дорог и интенсивности движения	13
Практическое занятие № 3. Расчет производительности карьерных самосвалов	17
Практическое занятие № 4. Определение времени простоя самосвалов в течение рейса	20
Практическое занятие № 5. Определение затрат и себестоимости перевозочной деятельности	23
Практическое занятие № 6. Расчет необходимого парка самосвалов	25
Практическое занятие № 7. Определение оптимальной степени загрузки самосвалов	27
Практическое занятие № 8. Определение оптимального соотношения вместимости кузова самосвала и ковша экскаватор	35
Контрольные вопросы для защиты практических работ	46
СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	47
ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	48
Контрольные вопросы для защиты разделов курсового проекта	50
ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ	51
Примерный перечень вопросов на зачет	51
Примерный перечень вопросов на экзамен	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ	55

**Стенин Дмитрий Владимирович
Кудреватых Андрей Валерьевич
Стенина Наталья Александровна**

**ПЕРЕВОЗОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
НА РАЗРЕЗАХ**

Учебно-методическое пособие

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 22.10.2018. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman».

Уч.-изд. л. 3,6

Тираж 100 экз. Заказ.....

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Издательский центр УИП КузГТУ, 650000, Кемерово,
ул. Д. Бедного, 4а