

В.М. Рогожкин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



В.М. Рогожкин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности «Подъёмно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» направления подготовки «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы»



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва
2011

Рецензенты:

заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) **В.И. Баловнев**; заведующий кафедрой строительных и подъёмно-транспортных машин Московского государственного строительного университета (МГСУ), заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор **Е.М. Кудрявцев**.

Рогожкин В.М.

Эксплуатация машин в строительстве. Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 648 с.

ISBN 978-5-93093-818-0

Рассмотрены теоретические основы повышения эффективности эксплуатации и технического обслуживания машин в строительстве и рациональные методы их использования при выполнении механизированных работ. Изложены принципы построения современной системы ТО машин, способы и методы диагностики технического состояния узлов и механизмов, организационные формы технического обслуживания, отмечены закономерности изнашивания деталей и сопряжений.

Большое внимание уделено проблемам оптимальной эксплуатации машин, приведены способы решения их на основе современных методов линейного и динамического программирования с использованием ЭВМ. Дана характеристика топлив, смазочных материалов и эксплуатационно-технических жидкостей, применяемых при эксплуатации машин, указаны пути рационального их использования и снижения расхода при работе машин с учётом конкретных условий производства. Описаны методы технического нормирования механизированных работ, указаны факторы, влияющие на нормы выработки и расхода топлива, а также способы установления норм для машинных агрегатов. Предназначено для студентов технических, строительных и экономических факультетов и университетов, а также для специалистов, занятых в области практической эксплуатации машин, аспирантов и научных работников, исследующих проблемы эффективного использования машин и оборудования.

Разделы седьмой и восьмой – «Топливо и смазочные материалы» и «Эксплуатационно-технические жидкости» – написаны совместно с профессором Е.В. Павловым (Волжский институт строительства и технологий (филиал) Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета); пункт 9.8 – «Увязка транспортного процесса со строительно-монтажными работами» – написан совместно с кандидатом технических наук, доцентом П.А. Кулько (Волгоградский государственный технический университет).

ISBN 978-5-93093-818-0

© Издательство АСВ, 2011

© Рогожкин В.М., 2011

Автор выражает глубокую благодарность членам Экспертной комиссии УМО по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов; первому зам. председателя Совета УМО, профессору **В.В. Сильянову**; главному учёному секретарю Совета УМО, профессору **Ю.М. Ситникову**; рецензентам: заслуженному деятелю науки и техники РФ, доктору технических наук, профессору Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) **В.И. Баловневу**; кафедре строительных и подъёмно-транспортных машин Московского государственного строительного университета (зав. кафедрой заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор **Е.М. Кудрявцев**) за ценные замечания и предложения по содержанию книги, а также операторам ЭВМ **Е.В. Румянцевой** и **М.С. Донецковой** за качественную и квалифицированную техническую подготовку рукописи к изданию.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН	10
1.1. Основная задача науки об эксплуатации машин. Понятия и определения	10
1.2. Энергетический баланс мобильного агрегата.....	22
1.3. Производительность машин и факторы, её определяющие. Пути повышения производительности	64
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	93
<i>Литература</i>	94
2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ АГРЕГАТОВ	96
2.1. Скоростная характеристика двигателя и её анализ.....	96
2.2. Тяговая характеристика трактора (тягача).....	112
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	126
<i>Литература</i>	127
3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН	128
3.1. Неисправности машин и причины их возникновения. Предельные величины износа	128
3.2. Современная система технического обслуживания машин	164
3.3. Планирование технического обслуживания машинного парка предприятия.....	194
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	221
<i>Литература</i>	221
4. ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН	223
4.1. Основные понятия и определения	223
4.2. Способы диагностирования машин.....	225
4.3. Методы безразборной диагностики.....	226
4.4. Безразборная диагностика основных узлов и систем двигателя внутреннего сгорания	236
4.5. Диагностирование гидросистемы	297
4.6. Технические средства диагностики и обслуживания машин	306
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	307
<i>Литература</i>	307
5. ХРАНЕНИЕ МАШИН	309
5.1. Воздействие внешней среды на машины	309
5.2. Общие требования к подготовке мест и машин к хранению ..	310

5.3. Способы и организация хранения машин	311
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	317
<i>Литература</i>	317
6. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН	318
6.1. Основные показатели использования машинного парка	318
6.2. Основы комплексной механизации и автоматизации строительства	334
6.3. Поточность производства	339
6.4. Потребность в рабочей силе	352
6.5. Применение технологических карт	356
6.6. Общая оценка технологического процесса	377
6.7. Факторы, влияющие на качество строительных работ	379
6.8. Кинематика агрегатов	381
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	393
<i>Литература</i>	393
7. ТОПЛИВО И СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	395
7.1. Топливо для бензиновых двигателей	401
7.2. Топливо для дизельных двигателей	405
7.3. Смазочные материалы	410
7.4. Борьба с потерями нефтепродуктов в эксплуатационных условиях	451
7.5. Сбор и регенерация отработанных нефтепродуктов	452
7.6. Альтернативное моторное топливо	454
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	456
<i>Литература</i>	457
8. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ	459
8.1. Виды эксплуатационно-технических жидкостей (этж)	459
8.2. Жидкости для гидравлических систем	459
8.3. Тормозные жидкости	462
8.4. Жидкости для гидравлических амортизаторов	464
8.5. Пусковые жидкости	465
8.6. Жидкости для удаления нагара и моющие средства	467
8.7. Жидкости для омыwania стёкол	470
8.8. Жидкости для системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания	470
8.9. Электролиты	483
8.10. Консервационные жидкости	489
8.11. Компрессорные масла	491
8.12. Цилиндровые масла	493
8.13. Турбинные масла	494
8.14. Трансформаторные масла	495

8.15. Термостатная жидкость	497
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	497
<i>Литература</i>	497
9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	499
9.1. Значение транспорта в строительном производстве	499
9.2. Транспортный процесс и виды грузов	499
9.3. Маршруты движения транспортных агрегатов	501
9.4. Показатели использования транспортных средств	503
9.5. Определение производительности транспортных агрегатов	510
9.6. Применение самосвалов, бортовых и оборудованных погрузчиками транспортных средств	520
9.7. График движения транспортных средств	521
9.8. Увязка транспортного процесса со строительно- монтажными работами	524
9.9. Определение необходимого числа транспортных средств для обслуживания землеройно-транспортных работ	529
9.10. Техническое обслуживание автомобилей	533
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	545
<i>Литература</i>	545
10. МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН	547
10.1. Оптимальное распределение машин по видам механизированных работ	547
10.2. Оптимальное использование машин и оборудования предприятий стройиндустрии	574
10.3. Оптимальное использование транспортных средств на перевозке грузов (транспортная задача)	581
10.4. Задача об оптимальном раскрое	590
10.5. Применение метода динамического программирования	596
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	620
<i>Литература</i>	621
11. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	623
11.1. Понятие о техническом нормировании и технических нормах	623
11.2. Факторы, влияющие на нормы выработки и расхода топлива	624
11.3. Способы установления технических норм выработки	625
11.4. Установление норм расхода топлива	632
11.5. Дифференциация норм	635
11.6. Влияние характеристик агрегата на норму выработки	637
<i>Вопросы для самостоятельного изучения и контроля</i>	643
<i>Литература</i>	643
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	644

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях в связи с переходом экономики страны на рыночные отношения и режим самофинансирования особую актуальность приобретает проблема повышения эффективности использования основных фондов, в первую очередь машин и оборудования, оказывающих решающее влияние на себестоимость, а следовательно, и конкурентоспособность выпускаемой предприятиями продукции или выполняемой работы. Это в полной мере относится и к отрасли строительства.

Главное направление развития строительного производства заключается в непрерывном подъёме уровня механизации и автоматизации производственных процессов, внедрении современных, прогрессивных технологий, что связано с применением всё более сложных машин, технологических комплексов и систем управления.

Возможности современных машин заметно возросли, повысилась их производительность, надёжность, экономичность. Более высоким стал уровень автоматизации производства, эффективнее стали системы управления. Но вместе с тем значительно возросла цена машин. В этих условиях каждый час и даже каждая минута простоя машин приводят к осязаемым экономическим потерям.

Всё это говорит о настоятельной необходимости разработки и внедрения в практику современных, более экономичных приёмов и методов эксплуатации машин, позволяющих получить высокие экономические показатели работы предприятий.

Исследования и опыт эксплуатации машин показывают, что затраты на содержание машинного парка составляют значительную долю в себестоимости механизированных работ и структуре затрат на единицу производимой продукции, поэтому снижение расходов, связанных с применением машин, будет способствовать повышению эффективности производства и конкурентоспособности производимой продукции (работы).

Современная наука предложила производству немало способов, позволяющих значительно повысить эффективность применения техники, сократить затраты средств на содержание машин и увеличить производительность труда в строительстве. Особое внимание в научных исследованиях и практике эксплуатации машин уделяется изучению методов рационального использования энергонасыщенных машин, всё в большем количестве поступающих в строительное производство.

Последние достижения в области математических наук, бурное развитие вычислительной техники позволяют ставить и решать задачи совершенствования эксплуатации машин на более высоком, качественно новом научном уровне, причём не только по оптимизации использования отдельных типов машин, выполняющих заданный объём механизированных работ, но и определять оптимальную стратегию эксплуатации машинного парка предприятия в целом, а также оптимизировать работу отдельных отраслей. С учётом этого в настоящем пособии большое внимание уделено применению современных математических методов линейного и динамического программирования и ЭВМ для решения различных задач оптимальной эксплуатации машин и выбора оптимальных вариантов выполнения механизированных работ.

Достижения автоматизации, кибернетики, электроники и других отраслей научных знаний дают широкие возможности для повышения производительности труда в строительстве, улучшения качества выполнения механизированных работ и способствуют снижению себестоимости строительства.

Большой вклад в решение проблемы улучшения использования техники вносят передовые механизаторы и инженеры-практики, поэтому всё большее значение приобретают глубокое изучение, научное обобщение и широкое внедрение их опыта. Наиболее характерным в работе лучших механизаторов и инженеров являются правильная организация труда, хорошее знание техники и требований к её эксплуатации, рациональное использование машин с учётом конкретных условий их эксплуатации и экономической целесообразности.

Ускорение научно-технического прогресса в строительстве, равно как и в любой другой отрасли экономики, может быть достигнуто только при условии высокоэффективного, производительного использования техники. Никакие, даже самые совершенные, конструкции машин не дадут ожидаемого положительного эффекта, если не научимся эффективно, грамотно их использовать, рационально эксплуатировать.

Одним из важнейших условий рационального использования техники в строительстве является подготовка высококвалифицированных специалистов. Инженер-механик должен хорошо знать не только научно-теоретические основы рациональной эксплуатации машин, но и прогрессивную технологию выполнения строительных работ, иметь практические навыки в области эффективного исполь-

зования машинного парка, организации технического обслуживания машин.

Необходимость повышения производительности труда в строительстве требует дальнейшего увеличения мощностей применяемых агрегатов, повышения их рабочих скоростей (движения, частоты циклов, перемещения транспортёрных лент, вращения смешивающих устройств и т.д.), эффективного использования машин с повышенной вместимостью ковшей и машин непрерывного действия. Решение этих задач возможно только совместными усилиями конструкторов, технологов промышленного производства и специалистов в области эксплуатации машин.

Большое значение в деле дальнейшего развития механизации строительного производства приобретает централизация технической политики в области создания, совершенствования, внедрения и эксплуатации новой техники, универсализация машин, унификация их агрегатов, узлов и деталей.

При составлении данного учебника использованы труды основоположников науки об эксплуатации машин, обобщён опыт эксплуатации машинного парка в передовых механизированных предприятиях различных отраслей, учтены важные теоретические положения и выводы, полученные научно-исследовательскими учреждениями и ведущими учебными заведениями.

Основная цель книги заключается в том, чтобы познакомить читателя с теоретическими основами рациональной эксплуатации машин, современной системой технического обслуживания, а также с логикой мышления при постановке и решении задач оптимальной эксплуатации машин с помощью современных математических методов и ЭВМ и на конкретных примерах показать возможность их практического применения.

Книга предназначена в качестве учебника для студентов университетов и институтов механизации строительства. Она будет полезной инженерно-техническому персоналу механизированных организаций и предприятий при решении вопросов совершенствования технологии выполнения механизированных работ и эксплуатации машинного парка.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН

1.1. Основная задача науки об эксплуатации машин. Понятия и определения

1.1.1. Цель, предмет и задача курса

Наука об эксплуатации машин представляет собой область знаний о методах эффективного использования техники, обеспечивающих наивысшую её производительность, минимальные эксплуатационные затраты при соблюдении требований к качеству выполняемых работ.

Основная задача науки состоит в разработке и внедрении в практику прогрессивных, рациональных приёмов и методов использования и технического обслуживания машин с целью обеспечения их высокой технической надёжности, максимальной производительности, минимальных удельных затрат труда и средств при высоком качестве выполнения механизированных работ.

Предметом науки являются закономерности изнашивания, старения, использования машин, а также способы поддержания машин в исправном техническом состоянии.

Курс эксплуатации машин ставит своей целью на основе данных науки и передового опыта дать специалистам теоретические основы рационального использования и технического обслуживания машин в строительстве, обогатить их практическими знаниями и навыками в вопросах высокоэффективного использования машинного парка предприятий, научить специалистов, как обеспечить исправное состояние и высокую надёжность техники.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что выполнение поставленных целей и задач возможно лишь в том случае, если специалисты, которым доверено эксплуатировать технику, хорошо знают её устройство и принцип действия систем и механизмов. Без знания устройства конструкции машин невозможно добиться эффективного их использования. Следовательно, излагая курс эксплуатации машин, мы исходим из того, что е. готовая машина, специалисты хорошо знают её устройство, принцип работы, и задача их заключается в том, чтобы правильно, с максимальной отдачей и наименьшими затратами труда и средств её эксплуатировать.

1.1.2. Приоритет отечественных учёных в развитии науки об эксплуатации машин

Наука об эксплуатации машин возникла из потребностей практики. Она развивалась последовательно по мере роста технической оснащённости народного хозяйства, совершенствования технологии механизированных работ, накопления практического опыта. Она не только обобщала передовой опыт, но во многих случаях разрабатывала теоретические основы и указывала пути повышения эффективности использования машин.

Наука об эксплуатации машин возникла в нашей стране в годы советской власти. У истоков её стояли видные учёные: академик Б.С. Свирщевский, засл. деят. науки и техн. РСФСР, д.т.н., проф. Г.В. Веденяпин, профессора П.Т. Фролов, Н.С. Ждановский, А.М. Шейнин. Большой вклад в развитие науки внесли В.И. Баловнев, А.П. Крившин, А.Х. Морозов, Л.Н. Фейгин, Я.М. Пиковский, Б.И. Филиппов, В.А. Зорин, А.Н. Максименко и др. Важную роль в решении проблем оптимизации проектирования и использования машин в строительстве сыграли труды засл. деят. науки РФ, доктора технических наук, проф. Е.М. Кудрявцева.

Усилиями этих учёных, а также специалистов-производственников наука об эксплуатации машин превратилась в мощный фактор научно-технического прогресса, фактор, обеспечивающий высокопроизводительное использование техники в народном хозяйстве.

Каждый этап развития экономики страны ставит новые проблемы в области эксплуатации машин. На современном этапе они успешно решаются учёными и специалистами ВНИИстройдормаша, ГосНИТИ, НАТИ, высших учебных заведений, других научных центров.

Задачами вузов и научно-исследовательских институтов являются дальнейшая разработка теории и научное обобщение достижений передовой практики в области эксплуатации техники, изучение возможностей эффективного использования современных энергонасыщенных машин, разработка рациональных методов организации их технического обслуживания, исследование особенностей эксплуатации техники в условиях автоматизированного и поточного способов производства.

Таким образом, рациональная эксплуатация машин, в результате которой повышаются их производительность и экономичность,

является важной государственной задачей. Молодые специалисты по окончании вуза призваны внедрять в практику новейшие научные достижения в области эксплуатации машин и добиваться на этой основе повышения эффективности их использования.

1.1.3. Измерители количественного состава машинного парка

Наиболее простым измерителем количественного состава парка машин является число их физических единиц. Однако возможности различных машин не одинаковы. Например, бульдозер ДЗ-109 имеет производительность примерно в 2,5 раза бóльшую, чем ДЗ-128. Поэтому парк бульдозеров ДЗ-109, количественно равный парку бульдозеров ДЗ-128, выполнит при равных условиях гораздо больший объём работ за единицу времени. Автомобиль «КамАЗ» перевезёт за одно и то же время на одинаковое расстояние больше груза, чем ГАЗ-53. Следовательно, измерение количества машин физическими единицами не оценивает действительные возможности парка машин. Удобнее пользоваться условными единицами измерения.

В качестве условной единицы для измерения количественного состава парка экскаваторов можно рекомендовать одноковшовый экскаватор с ёмкостью ковша $0,5 \text{ м}^3$ (ЭО-3323). Для автопарка условной единицей считают автомобиль грузоподъёмностью 2,5 т. За условную единицу измерения количественного состава тракторного парка принят такой трактор, который в эталонных условиях за 1 ч сменного времени может выполнить объём работ, равный объёму при глубоком рыхлении грунта (вспашке) на площади в 1 га. По показателям этой условной единице соответствует трактор ДТ-75.

Эталонными считаются следующие условия:

– удельное сопротивление грунта	– 5 Н/см^2 ($0,5 \text{ кгс/см}^2$)
– скорость движения	– $1,4 \text{ м/с}$ (5 км/ч)
– влажность обрабатываемого грунта	– $20 \pm 1 \%$
– глубина обработки грунта	– $20 \pm 1 \text{ см}$
– рельеф местности	– ровный, уклон не более 1%
– высота над уровнем моря	– до 200 м
– длина рабочего участка	– 800 м
– конфигурация участка	– прямоугольная
– препятствия движению (каменистость, пересечённость местности, засорённость и т.д.)	– отсутствуют

Для перевода машин конкретной марки в условные единицы пользуются зависимостью

$$N_{yc} = \kappa N_{\phi}, \quad (1.1)$$

где N_{yc} – число условных машин; N_{ϕ} – число машин в физических единицах; κ – коэффициент перевода физических машин в условные.

Коэффициент перевода κ показывает, во сколько раз возможности (производительность) физической машины превышают возможности условной машины, т.е. показывает соотношение возможностей условной и физической машины.

Если в парке n марок машин одного типа, тогда

$$N_{yc} = \kappa_1 N_{\phi 1} + \kappa_2 N_{\phi 2} + \dots + \kappa_n N_{\phi n} = \sum_{i=1}^n \kappa_i N_{\phi i}. \quad (1.2)$$

Здесь κ_i – коэффициент перевода физических машин i -й марки в условные единицы; $N_{\phi i}$ – число физических машин i -й марки.

Коэффициенты κ перевода отечественных тракторов в условные единицы приведены в *табл. 1.1*.

Таблица 1.1

Коэффициенты κ перевода тракторов в условные единицы

Марка трактора	κ	Марка трактора	κ	Марка трактора	κ
К-701	2,10	ВТ-200, ДТ-75М, ДТ-175	1,10	МТЗ-50	0,55
Т-4А	1,45	ДТ-75, Т-74	1,0	Т-40	0,48
Т-100	1,34	ДТ-55	0,86	Т-25	0,30
Т-4	1,33	МТЗ-52, МТЗ-82	0,58	ДТ-20	0,27

Здесь для ясности следует условиться о понятиях «тип» и «марка» машины, в каком смысле эти выражения здесь используются. В *тип* включаются машины одного назначения (наименования), например, тракторы – это один тип; экскаваторы – другой тип; бульдозеры – третий и т.д. А *марка* – это разновидность машин в одном типе. Например, тракторы бывают разных марок – ДТ-75, К-700, МТЗ-82 и др. Но все они относятся к одному типу. Другой тип машин составляют экскаваторы разных марок – ЭО-2621, ЭО-5124, ЭО-3211 и др.; бульдозеры разных марок – ДЗ-42, ДЗ-42 Г и т.п. составляют третий тип машин.

Формула (1.2) применима только для машин одного какого-то типа. Нельзя складывать условные единицы машин разных типов.

Пример. Предприятие имеет следующий парк машин. Тракторы: МТЗ-52 – 5 шт.; МТЗ-50 – 4 шт.; ДТ-75М – 3 шт.; ДТ-75 – 5 шт.; К-700 – 2 шт. Экскаваторы: ЭО-2621 (ёмкость ковша $q = 0,25 \text{ м}^3$) – 5 шт.; ЭО-6123 ($q = 2,5 \text{ м}^3$) – 4 шт.; ЭО-4125 ($q = 1,0 \text{ м}^3$) – 7 шт.

Определить количественный состав машинного парка в физических и условных единицах.

Если считать состав машинного парка данного предприятия в физических единицах, то получим: тракторов – 19 шт.; экскаваторов – 16 шт.

А в условных единицах для тракторов по формуле (1.2), пользуясь коэффициентами перевода из *табл. 1.1*, будем иметь:

$$\begin{aligned} N_{\text{ус}} &= 0,58 \cdot 5 + 0,55 \cdot 4 + 1,1 \cdot 3 + 1,0 \cdot 5 + 2,1 \cdot 2 = \\ &= 2,9 + 2,2 + 3,3 + 5,0 + 4,2 = 17,6 \text{ ус.ед.} \end{aligned}$$

Количество экскаваторов в условных единицах (в пересчёте на ёмкость ковша $0,5 \text{ м}^3$):

$$N_{\text{ус}} = 0,5 \cdot 5 + 5 \cdot 4 + 2 \cdot 7 = 2,5 + 20,0 + 14,0 = 36,5 \text{ ус.ед.}$$

1.1.4. Измерение объёма механизированных работ

В строительстве выполняются различные виды механизированных работ (рытьё котлованов, траншей, планировка поверхности, прикатывание, рыхление грунта, транспортировка грузов и т.д.), объём которых измеряется в определенных физических единицах (м^3 , м^2 , тоннах и т.д.). Сравнить объёмы работ, измеренных в физических единицах, не имеет смысла. Эти единицы несравнимы, так как на выполнение одной единицы разных работ затрачивается не одинаковое время и количество энергии. Это обстоятельство не позволяет сравнивать объёмы работ, выполняемых машинным парком разных предприятий, а также сравнивать производительность машин. Ни о чём не говорят, например, такие данные: машинный парк одного предприятия переработал 10 тыс. м^3 грунта при рытьё котлованов, а другого – выполнил прикатывание поверхности на площади 10 тыс. м^2 . Эти цифры несопоставимы, хотя в физических единицах измерения объёмы одинаковы. Нельзя по ним сравнивать и производительность машин. Поэтому для удобства сравнения объёмов раз-

личных видов работ рекомендуется переводить их в условные единицы измерения.

За условную единицу объёма механизированных работ принят такой объём, который выполняется при глубоком рыхлении грунта (вспашке) на площади в 1 га в эталонных условиях.

Для конкретного вида работ объём в условных единицах определяют по выражению

$$Q_{yc} = \kappa_p Q_{\phi}, \quad (1.3)$$

где Q_{yc} – объём работ в условных единицах; Q_{ϕ} – объём работ в физических единицах; κ_p – коэффициент перевода физических единиц в условные.

Коэффициент κ_p показывает соотношение энергоёмкостей (трудоемкостей) условной и физической единиц работы, т.е. показывает во сколько раз энергоёмкость физической единицы больше (или меньше) энергоёмкости условной единицы.

Если машинный парк выполняет m видов работ, то объём работ в условных единицах подсчитывают по формуле

$$Q_{yc} = \kappa_{p1} Q_{\phi1} + \kappa_{p2} Q_{\phi2} + \dots + \kappa_{pm} Q_{\phi m} = \sum_{i=1}^m \kappa_{pi} Q_{\phi i}, \quad (1.4)$$

где κ_{pi} – коэффициент перевода i -го вида работ в условные единицы измерения; $Q_{\phi i}$ – объём работ i -го вида в физических единицах.

Коэффициенты перевода κ_p в условные единицы объёма работ при рытье котлована бульдозером для различных условий приведены в *табл. 1.2*.

Величина коэффициента κ_p зависит от свойств обрабатываемого материала, типа применяемого агрегата, вида выполняемых работ, условий работы и других факторов. Например, при планировке поверхности грунта бульдозерами, если рабочий ход в одном направлении, κ_p равен 0,4 усл. ед./100 м², если в двух – 0,23 усл. ед./100 м².

Значения коэффициентов перевода физических объёмов работ в условные устанавливаются на основе результатов специальных исследований, проводимых соответствующими научно-исследовательскими институтами и опытными станциями. Большая работа в этом направлении проведена Государственным научно-исследовательским технологическим институтом эксплуатации и ремонта машин (ГосНИТИ), Московским государственным аграрно-инженерным университетом и другими организациями.

**Коэффициенты перевода k_p при рытье котлована
бульдозерами (усл. ед. в 1 м³)**

Марка базовой машины	Группа грунта	Коэффициент перевода при расстоянии перемещения грунта, м					
		10	20	30	40	50	60
ДТ-75	I	0,012	0,21	0,030	0,040	0,048	0,057
Т-74	II	0,016	0,028	0,041	0,053	0,070	0,080
ВТ-100							
С-100	I	0,009	0,015	0,020	0,026	0,031	0,036
Т-100	II	0,011	0,018	0,025	0,031	0,038	0,045
Т-130							

Пример перевода физических объемов работ в условные единицы измерения.

Бульдозер ДЗ-42 (на базе трактора ДТ-75) переработал 1000 м³ грунта при рытье котлована. Грунт I группы, расстояние перемещения грунта 40 м. Определить объем выполненной работы в условных единицах.

По формуле (1.3), используя данные табл. 1.2, получим:

$$Q_{\text{ус}} = 0,040 \cdot 1000 = 40 \text{ усл. ед.}$$

Значение коэффициента k_p , принятое в расчёте, в табл. 1.2 выделено.

1.1.5. Классы тяги современных тракторов (тягачей)

Большинство мобильных агрегатов, применяемых в строительстве, комплектуются на базе тракторов и других тягачей, предназначенных для работы в различных условиях производства. Правильный выбор базовой машины, отвечающей особенностям выполняемого производственного процесса, является важным условием наиболее эффективного использования машинного парка механизированных строительных организаций.

Типы базовых машин должны удовлетворять разнообразным требованиям строительного производства. Вместе с тем число типов, используемых на конкретном предприятии, не должно быть слишком большим, так как в противном случае возникают трудности в обслуживании и ремонте машин, связанные с необходимостью иметь на предприятии большой ассортимент запасных частей, требуемых для поддержания машин в работоспособном состоянии.

Применяемые в строительстве тракторы (тягачи) подразделяются на классы тяги. *К л а с с т я г и* – это максимальное тяговое (толкающее) усилие, которое развивает трактор (тягач) на номи-

нальном режиме работы двигателя при движении вперёд на нижней передаче по горизонтальной поверхности в условиях достаточного сцепления.

В строительстве наибольшее распространение нашли тракторы восьми классов тяги: 6 кН, 9 кН, 14 кН, 20 кН, 30 кН, 40 кН, 50 кН и 60 кН (табл. 1.3). Возможно безразмерное обозначение класса тяги. Например, класс 3 (ДТ-75, Т-74), класс 1.4 (МТЗ) и т.д. В этом случае цифра показывает развиваемое тяговое (толкающее) усилие в тоннах.

Таблица 1.3

Характеристика современных отечественных тракторов

Класс тяги, кН	6	9	14	20	30	40	50	60
Марка трактора	ДТ-14 ДТ-20 Т-25	Т-28 Т-40	МТЗ-50 МТЗ-52 МТЗ-80 МТЗ-82	Т-30 Т-50П Т-50В	ДТ-75 Т-74 ВТ-100 Т-150К*	Т-4 Т-4К	К-700*	С-100 Т-130* К-701*
Тип ходового аппарата	Колёсный				Гусеничный**			
Диапазон скоростей в км/ч: рабочая транспортная	6–10 14–22	6–10 15–25	6–10 15–30	5–9 10–12	5–10 10–12	5–9 10–12	6–11 15–25	5–9 10–12 (для К-701- до 25)
Номинальная мощность двигателя, кВт	15–18	26–30	37–59	35–58	55	73–88		103–128

*Колёсный трактор.

**В классах 30, 40, 60 предусматриваются колёсные типы скоростных тракторов-тягачей с двигателями повышенной мощности (100–160 кВт).

1.1.6. Виды производственных процессов, выполняемых в строительстве

Производственным процессом называется способ или совокупность способов воздействия на обрабатываемый материал с помощью тех или иных физических, химических или механических средств с целью направленного изменения его свойств, состояния или расположения.

Производственные процессы подразделяются на следующие виды:

1) технологические, целью проведения которых является изменение состояния обрабатываемого материала;

2) транспортные – выполняются для перемещения материала, изменения его места расположения; состояние материала при этом не меняется;

3) вспомогательные – это погрузка, разгрузка материала, подготовка материала и машин к работе и т.д. Основная цель вспомогательных процессов – создать необходимые условия для выполнения основного технологического процесса.

Таким образом, комплекс производственных работ, выполняемых в строительстве, представляет собой сочетание технологических, транспортных и вспомогательных процессов.

В свою очередь, технологические процессы делятся на подвижные и стационарные.

Подвижные технологические процессы – это процессы, при выполнении которых машина, производящая данный процесс, перемещается по обрабатываемому материалу, который остаётся относительно неподвижным. Например, планировка поверхности бульдозером, рытьё котлована, рыхление грунта и др.

В определении подвижных технологических процессов отмечено, что обрабатываемый материал при работе агрегата остаётся «относительно неподвижным». Это выражение следует понимать условно, так как при выполнении подвижных технологических процессов обрабатываемый материал не остаётся абсолютно неподвижным, а испытывает некоторое перемещение (например, при рыхлении грунт перемещается под действием рабочих органов), однако оно незначительно по сравнению с перемещением агрегата. Кроме того, при выполнении таких процессов обрабатываемый материал не перемещается вместе с агрегатом. Всё это даёт основание считать, что материал находится в относительно неподвижном состоянии.

Стационарные технологические процессы – это процессы, при выполнении которых машина остаётся относительно неподвижной, а обрабатываемый материал подаётся к машине для обработки. К стационарным процессам относятся дробление строительного материала, перемешивание бетона в бетономешалке и др.

И здесь, как и в случае с подвижными технологическими процессами, утверждение о том, что машина при выполнении стационарного технологического процесса остаётся относительно неподвижной, является условным. И при дроблении, и при перемешивании, и при сортировке материала на сортировальных установках, и

Учебное издание

Василий Михайлович Рогожкин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Корректор: *Мерзлякова В.Ш.*

Вёрстка: *Лютова Е.М.*

Компьютерный дизайн обложки: *Романова Н.С.*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Формат 60x90/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. 40,5 п.л. Тираж 500 Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>