

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОЖНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов направления подготовки
1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование (по направлениям)»
очной формы обучения*



Могилев 2023

УДК 625.08
ББК 39.9
Э41

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«28» февраля 2023 г., протокол № 6

Составитель канд. техн. наук, доц. А. В. Кулабухов

Рецензент В. В. Кутузов

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены для студентов направления подготовки 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование (по направлениям)» очной формы обучения.

Учебное издание

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОЖНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

1 Практическая работа № 1. Определение производительности строительных и дорожных машин.....	4
2 Практическая работа № 2. Формирование и сравнение комплектов машин	7
3 Практическая работа № 3. Определение годового количества рабочего времени и планируемой годовой наработки строительных и дорожных машин.....	11
4 Практическая работа № 4. Построение годового плана ТО и ремонтов строительных и дорожных машин и определение годовой трудоемкости их проведения.....	15
5 Практическая работа № 5. Построение плана-графика на месяц ТО и ремонтов строительных и дорожных машин.....	19
6 Практическая работа № 6. Определение количества и ассортимента топлива и смазочных материалов для эксплуатации строительных и дорожных машин в течение года.....	20
7 Практическая работа № 7–8. Разработка технологических карт технического обслуживания, ремонтов и диагностики строительных и дорожных машин.....	23
Список литературы	24

1 Практическая работа № 1. Определение производительности строительных и дорожных машин

Под *производительностью машины* понимают количество продукции, производимое машиной в единицу времени.

Производительность машины определяется количеством продукции в натуральных единицах (кубических метров, квадратных метров, тонн, штук и т. д.), выработанным за определённое время (час, смену, месяц, год).

Производительность является комплексным показателем рационального применения машин и зависит от тягово-скоростных свойств, использования рабочего оборудования, показателей надёжности, технологии рабочего процесса, эргономических свойств и внутрисменного режима работы [3].

В зависимости от периодичности выполнения операций СДМ могут быть цикличного или непрерывного действия. Производительность для них определяется по-разному. У машин цикличного действия рабочее оборудование взаимодействует со средой только часть цикла, остальная часть цикла затрачивается на транспортировку, разгрузку, маневрирование и холостой ход. У машин непрерывного действия рабочее оборудование непрерывно взаимодействует со средой.

Различают три вида производительности: теоретическую (конструктивную), техническую и эксплуатационную.

Конструктивная производительность P_k определяется в зависимости от принципа действия машины на этапе прогнозирования и задаётся, как правило, при формировании технического задания на проектирование, обуславливая выбор параметров и характеристик машины. *Это максимально возможная производительность при непрерывной работе машины в течение фиксированного промежутка времени (цикла, часа и т. д.) с максимальным использованием мощности двигателя и рабочих скоростей, т. е. с исключением простоев и потерь энергии.*

Конструктивная производительность P_k служит одним из показателей совершенства конструкции и в процессе проектирования машины позволяет выбирать наилучшие варианты технических решений.

Для машин цикличного действия P_k , м³/ч, определяется по формуле

$$P_k = \frac{3600g}{t_u}, \quad (1.1)$$

где g – вместимость ковша, м³;

t_u – продолжительность цикла, с;

3600 – коэффициент, необходимый для перевода размерности производительности в кубический метр в час.

Конструктивную производительность машин цикличного действия (экскаваторов, бульдозеров, скреперов, щековых дробилок, грузоподъёмных кранов

и т. д.) находят делением количества материала, разработанного (перемещённого) за цикл работы машины, на продолжительность данного цикла. При этом часто количество материала определяют по вместимости рабочего органа (ковша) или грузоподъёмности крана, а также по известным формулам для расчёта объёма призмы волочения бульдозера или объёма призмы материала, высыпавшегося из щели дробилки, и т. д.

Для машин непрерывного действия Π_k , м³/ч, определяется по формуле

$$\Pi_k = 1000\omega \cdot v_p, \quad (1.2)$$

где ω – площадь вырезаемой стружки, м²;

v_p – рабочая скорость машины, км/ч;

1000 – переводной коэффициент.

Конструктивная производительность машин непрерывного действия (траншейных экскаваторов, а также конвейеров и элеваторов, автогрейдеров, асфальтоукладчиков и дорожных катков и т. д.) во время рабочего процесса рассчитывается умножением площади поперечного сечения потока материала, разрабатываемого машиной, на скорость рабочего процесса.

Техническая производительность Π_m характеризует максимальные производственные возможности машины в данных условиях, а также, в отличие от Π_k , учитывает условия производства работ, в том числе свойства разрабатываемого материала, степень использования рабочего оборудования (режимы работы), технические приёмы выполнения работ и т. д. По ней можно оценивать резервы применения отдельных видов машин и машинного парка.

Для машин циклического действия Π_m , м³/ч, определяется по формуле

$$\Pi_m = \Pi_k \cdot \frac{K_{\text{нап}} \cdot K_{\text{эрг}}}{K_p \cdot K_{\text{ц}}} = \frac{3600g \cdot K_{\text{нап}} \cdot K_{\text{эрг}}}{t_{\text{ц}} \cdot K_p \cdot K_{\text{ц}}}, \quad (1.3)$$

где $K_{\text{нап}}$ – коэффициент наполнения ковша (таблицы 1.1 и 1.2). Он равен отношению объёма разрыхлённого грунта в ковше и ёмкости ковша;

$K_{\text{эрг}}$ – коэффициент эргономических свойств;

K_p – коэффициент разрыхления грунта (таблица 1.3);

$K_{\text{ц}}$ – коэффициент продолжительности цикла для разных видов рабочего оборудования.

Таблица 1.1 – Значения коэффициента наполнения ковша $K_{\text{нап}}$ для фронтальных погрузчиков

Грунт	$K_{\text{нап}}$
Щебень	0,95...1,2
Суспенчатый грунт (грунт 1 категории)	0,95...1,02
Торф и растительный грунт (грунт 1 категории)	1,15...1,23
Средний суглинок (грунт 2 категории)	1,05...1,12
Тяжелый суглинок (грунт 3 категории)	1,00...1,18

Таблица 1.2 – Значение коэффициента наполнения ковша $K_{нап}$ для экскаваторов

Порода	$K_{нап}$ при работе	
	прямой лопатой	драглайном
Песок и гравий сухие, щебень и хорошо взорванные скальные породы	0,95...1,02	0,80...0,90
Песок и гравий влажные	1,15...1,28	1,10...1,20
Суглинок сухой	1,05...1,12	0,80...1,00
Суглинок влажный	1,20...1,32	1,15...1,25
Глина средняя сухая	1,08...1,18	0,98...1,06
Глина тяжелая сухая	1,00...1,10	0,95...1,00
Глина тяжелая влажная	1,25...1,40	1,10...1,20
Плохо взорванные скальные породы	0,75...0,80	0,55...0,80

Таблица 1.3 – Значение коэффициента разрыхления грунта K_p

Вид грунта	Объёмный вес, г/м ³	Коэффициент разрыхления
Рыхлый растительный грунт	1,2	1,2...1,3
Пески, уплотнённый растительный грунт	1,5...1,6	1,08...1,25
Супеси, лёгкие суглинки	1,6	1,16...1,25
Тяжёлые суглинки	1,75	1,18...1,3
Чистая жирная глина	1,8	1,3...1,4
Мягкие известняки, меловые породы	2,2	1,3...1,4
Твёрдые песчаники и известняки	2,5	1,4...1,5

Для машин непрерывного действия Π_m , м³/ч, рассчитывается по формуле

$$\Pi_m = \Pi_k \cdot K_{нр} \cdot K_{эрг} = 1000\omega \cdot v_p \cdot K_{нр} \cdot K_{эрг}, \quad (1.4)$$

где $K_{нр}$ – коэффициент непрерывной работы, учитывающий потери по времени на повороты и развороты.

Техническая производительность с учётом тягового усилия $P_{тяг}$ машины и удельного коэффициента сопротивления копанью K , выраженного через площадь вырезаемой стружки,

$$\Pi_m = \frac{277N_e \cdot \eta \cdot \eta_o \cdot K_{нр} \cdot K_{э}}{K}. \quad (1.5)$$

Техническая производительность прямо пропорциональна тяговой мощности, нагрузке рабочего органа и обратно пропорциональна коэффициенту сопротивления копанью.

Эксплуатационная производительность $\Pi_э$ – производительность, достигнутая в реальных условиях эксплуатации машин с учётом всех простоев. Она

принимается за основу при расчёте экономической эффективности новых машин и выборе вариантов механизации.

$$\Pi_{\text{э}} = \Pi_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}}, \quad (1.6)$$

где $K_{\text{в}}$ – коэффициент внутрисменного режима работы машины,

$$K_{\text{в}} = \frac{T_{\text{см}} - t_{\text{прост}}}{T_{\text{см}}} = \frac{T_{\text{см}} - (t_{\text{орг}} + t_{\text{м}} + t_{\text{кт}} + t_{\text{от}} + t_{\text{т}})}{T_{\text{см}}}; \quad (1.7)$$

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч;

$t_{\text{прост}}$ – простои по всем причинам, ч;

$t_{\text{орг}}$ – простои по организационным причинам, ч;

$t_{\text{м}}$ – простои по метеоусловиям, ч;

$t_{\text{кт}}$ – перерывы по конструктивно-техническим причинам, ч;

$t_{\text{от}}$ – перерывы, связанные с организацией труда машиниста, ч;

$t_{\text{т}}$ – перерывы технологические, ч.

В процессе эксплуатации СДМ коэффициент внутрисменного режима работы может определяться по формуле

$$K_{\text{в}} = K_{\text{н}} \cdot K_{\text{х}}, \quad (1.8)$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент перехода от количества рабочего времени в машино-часах к наработке, мото-час (мото-час/машино-час);

$K_{\text{х}}$ – коэффициент, учитывающий потери времени выполнения полезной работы из-за холостых оборотов двигателя. При исключении работы двигателя на холостых оборотах $K_{\text{х}} = 1$ машино-час/мото-час.

При выключении двигателя во время всех перерывов в работе машины $K_{\text{х}} = 1$, т. е. $K_{\text{в}} = K_{\text{н}}$. Практически в процессе эксплуатации СДМ $K_{\text{в}} \leq K_{\text{н}}$ при одинаковом качественном их изменении в зависимости от наработки.

2 Практическая работа № 2. Формирование и сравнение комплектов машин

Формирование комплектов СДМ – это один из начальных этапов, связанных с организацией их последующей эксплуатации. От того, насколько оптимален будет сформированный комплект СДМ, зависят время выполнения работ, затраты на эксплуатацию машин и механизмов, а также качество выполненных дорожно-строительных работ. Комплекты машин формируются в зависимости от видов выполнения работ, годовой программы и условий эксплуатации. При формировании комплектов необходимо обеспечить максимальную производительность машин, согласованность работ, учесть параллельность или последовательность работ и множество других параметров.

Комплект машин подбирается под соответствующую технологию.

В Республике Беларусь строительство дорог выполняется с учетом требований технических кодексов установившейся практики по автомобильным дорогам (ТКП 059–2012, ТКП 068–2011, ТКП 069–2014, ТКП 200–2009, ТКП 094–2012, ТКП 45–3.03–19–2006, ТКП 45–3.03–112–2008, ТКП 313–2011, ТКП 45–3.03–96–2008, ТКП 45–3.03–244–2011 и др.).

При выполнении землеройно-транспортных работ определяющим фактором является дальность транспортировки грунта. Предельная дальность транспортировки бульдозерами – 0,1 км, прицепными скреперами – 0,5 км, самоходными скреперами – 10 км. При большей дальности транспортировки землеройные работы выполняются экскаваторами или погрузчиками, транспортировка – автомобилями-самосвалами.

Набор грунта самоходным скрепером производится с помощью толкача. При работе экскаваторов и самосвалов в комплект машин включается бульдозер для планировочных работ при отсыпке земляного полотна.

При устройстве земляного полотна чаще всего задействуются экскаваторы, самосвалы, бульдозеры или автогрейдеры, катки.

Уплотнение грунта при устройстве земляного полотна дороги производится пневмошинными катками или прицепными кулачковыми катками. Катки подбираются в соответствии с требованиями ТКП 059–2012 *Автомобильные дороги. Правила устройства.*

Уплотнение катками слоев земляного полотна, оснований и покрытий осуществляют от краев к середине, при этом каждый след от предыдущего прохода катка должен перекрываться при последующем проходе не менее чем на 1/3.

Скорость движения катка при отсутствии специальных указаний в действующем техническом кодексе следует принимать равной от 1,5 до 2 км/ч при первых двух-трех проходах и доводить к концу укатки до максимальной рабочей скорости, указанной в паспорте механизма. Уплотнение выполняют грунтовыми катками.

Уплотнение грунтов повышенной влажности до требуемой плотности производят в два этапа: первый – катками на пневматических шинах массой 10...15 т (без балласта) с пониженным до 0,2...0,3 МПа давлением в шинах за четыре-шесть проходов; второй – тяжелыми катками на пневматических шинах массой 15...25 т с давлением в шинах более 0,5 МПа за четыре-шесть проходов. Толщину слоя и требуемое число проходов катка определяют пробной укаткой.

Уплотнение грунтов средней степени переувлажнения до наибольшей (при данной влажности) плотности производят прицепными катками на пневматических шинах с гусеничной тягой средней массы (без балласта) с пониженным до 0,2...0,3 МПа давлением в шинах. Возможность использования тяжелых катков, а также толщину слоев и требуемое число проходов катка определяют пробной укаткой.

При устройстве щебеночных оснований на первом и втором этапах основание уплотняют катками на пневматических шинах массой от 16 до 20 т с давлением воздуха в шинах 0,6...0,8 МПа, самоходными (прицепными) вибрационными катками массой от 8 до 12 т, самоходными гладковальцовыми массой от 10 до 16 т

и комбинированными массой от 16 до 20 т. Оканчивают уплотнение катками на пневматических шинах массой от 16 до 20 т с давлением воздуха в шинах 0,6...0,8 МПа.

Общее число проходов катков статического типа должно быть не менее 30 (10 на первом этапе и 20 на втором), комбинированных типов – не менее 18 (6 и 12), вибрационного типа – не менее 12 (4 и 8).

При устройстве дорожного покрытия в комплект машин включены: погрузчики для погрузки щебня, автосамосвалы для транспортировки щебня, распределители щебня, катки для уплотнения щебня, автогудронаторы для транспортировки и разлива битума, автосамосвалы для транспортировки асфальтобетона, асфальтоукладчики для укладки и самоходные катки для уплотнения асфальтобетона.

При использовании асфальтоукладчиков с трамбуемым брусом и пассивной выглаживающей плитой, а также асфальтоукладчиков с трамбуемым брусом и виброплитой при укладке смесей для щебеночно-мастичного и плотного асфальтобетонных типов А и Б и из пористого и высокопористого асфальтобетонных с содержанием щебня более 40 % скорость укладки, как правило, должна составлять 2...3 м/мин.

При укладке смесей для плотного асфальтобетона типов В, Г и Д, а также для пористого и высокопористого асфальтобетонных с содержанием щебня менее 40 % и высокопористого песчаного скорость укладки может быть увеличена до 4...5 м/мин.

Режимы работы уплотняющих рабочих органов должны быть следующими: частота оборотов валов трамбуемого бруса – 1000...1400 об/мин; частота оборотов вала вибратора плиты – 2500...3000 об/мин.

При укладке смесей для щебеночно-мастичного асфальтобетона уплотнение смеси осуществляют в три этапа:

- 1) уплотнение гладковальцовым катком массой от 8 до 11 т за три-четыре прохода по одному следу;
- 2) уплотнение гладковальцовым вибрационным катком массой от 8 до 11 т за три-четыре прохода по одному следу;
- 3) уплотнение гладковальцовым катком массой от 13 до 15 т за три-четыре прохода по одному следу.

При использовании асфальтоукладчиков с трамбуемым брусом и пассивной выглаживающей плитой (типа ДС-126А, ДС-143), как правило, следует уплотнять:

– смеси для плотного асфальтобетона типов А и Б, а также для пористого и высокопористого асфальтобетонных с содержанием щебня более 40 % сначала катком на пневматических шинах массой 16 т (шесть-десять проходов), или гладковальцовым катком массой 10...13 т (восемь-десять проходов), или вибрационным катком массой 6...8 т (пять-семь проходов), затем окончательно гладковальцовым катком массой 11...18 т (шесть-восемь проходов);

– смеси для плотного асфальтобетона типов В, Г и Д, а также для пористого и высокопористого асфальтобетонных с содержанием щебня менее 40 % и высокопористого песчаного сначала гладковальцовым катком массой 6...8 т или

вибрационным катком массой 6...8 т с выключенным вибратором (два-три прохода), затем катком на пневматических шинах массой 16 т (шесть-десять проходов), или гладковальцовым катком массой 10...13 т (восемь-десять проходов), или вибрационным катком массой 6...8 т с включенным вибратором (три-четыре прохода), затем окончательно гладковальцовым катком массой 11...18 т (четыре-восемь проходов).

Скорость катков в начале укатки должна быть не более 1,5...2 км/ч; после пяти-шести проходов скорость может быть увеличена до 3...5 км/ч – для гладковальцовых катков, 3 км/ч – для вибрационных катков и 5...8 км/ч – для катков на пневматических шинах.

При укладке асфальтобетонных смесей толщиной 10...18 см уплотнение следует выполнять сначала самоходным катком на пневматических шинах (шесть-восемь проходов), затем гладковальцовым массой 11...18 т (четыре-шесть проходов). Асфальтоукладчики выбирают с активными уплотняющими органами.

Рабочая скорость движения катков при уплотнении слоев повышенной толщины при первых двух-трех проходах не должна превышать 2...3 км/ч, при последующих – 12...15 км/ч. Давление воздуха в шинах катка в начале укатки должно быть не более 0,3 МПа, в конце – 0,8 МПа.

При ремонте дорожного покрытия комплект машин принимается в зависимости от технологии выполняемых работ и расстояния от участка до асфальтобетонного завода.

При ремонте методом укладки дополнительных слоев асфальтобетона в комплект машин включены автогудронаторы для транспортировки и разлива битума, автосамосвалы для транспортировки асфальтобетона, асфальтоукладчики, катки для уплотнения асфальтобетона.

При регенерации асфальтобетона на заводе в комплект машин входят асфальтоукладчик, катки, автосамосвалы и холодная фреза.

Горячая регенерация асфальтобетонного покрытия на рабочей площадке производится с помощью ремиксера с традиционным методом уплотнения катками. Для дополнительной доставки асфальтобетона и других строительных материалов используются автосамосвалы.

Холодная регенерация твердого покрытия предусматривает использование цемента и битумной эмульсии в качестве вяжущего. Для выполнения работ формируется комплект машин в следующем составе: холодная фреза, автотранспорт с минеральными материалами, рисайклер, автотранспорт с цементом, водой и эмульсией. Окончательное уплотнение уложенного рисайклером слоя осуществляется по традиционной технологии.

Задачей практической работы является формирование комплектов машин для возведения земляного полотна, устройство асфальтобетонного покрытия, выполнение ремонта дороги и т. д.

3 Практическая работа № 3. Определение годового количества рабочего времени и планируемой годовой наработки строительных и дорожных машин

При планировании и организации работы строительных и дорожных машин (СДМ) на год важно определить продолжительность рабочего времени машины $T_{ч}$ в машино-часах и планируемую наработку $H_{пл}$ машины в мото-часах.

Значение годового количества рабочего времени используется для планирования объёмов дорожно-строительных работ, оплаты труда операторов машин и т. д.

Планируемая наработка нужна для определения количества необходимых технических обслуживаний (ТО) и ремонтов, планирования расхода запасных частей, топлива и смазочных материалов (ТСМ).

Машино-час – среднесменное время работы СДМ продолжительностью один астрономический час, включающее в себя время выполнения технологических операций, время на перемещение СДМ по строительной площадке, а также время технических и технологических перерывов в работе.

Мото-час – наработка двигателя СДМ в течение часа, определяемая по показаниям счётчиков мото-часов или приборов учёта наработки.

Годовое количество рабочего времени может определяться двумя способами:

- 1) без учёта процесса старения машины (используется для планирования работы парков машин на основании усреднённых данных) [1, 2];
- 2) с учётом процесса старения (в зависимости от наработки машины с начала эксплуатации) [1].

3.1 Расчёт годового количества рабочего времени СДМ без учёта процесса их старения

Годовой режим работы может быть определён в сутках, сменах и часах.

Количество рабочих суток СДМ в году D определяется исключением из календарного времени года числа суток перерывов и простоев СДМ по всем причинам, т. е.

$$D = D_k - (D_v + D_{нб} + D_m + D_n + D_o + D_{рем}), \quad (3.1)$$

где D_k – общее количество суток в году;

D_v – выходные и праздничные сутки;

$D_{нб}$ – продолжительность на перебазирование, монтаж и демонтаж СДМ, сут;

D_m – перерывы в работе, связанные с неблагоприятными метеорологическими условиями, сут;

D_n – непредвиденные перерывы в работе СДМ, сут;

D_o – время ожидания ремонта, доставки на ремонтное предприятие и обратно, сут;

$D_{рем}$ – время нахождения СДМ в ТО и ремонтах, сут.

Количество праздничных и выходных дней D_v принимается по календарю или на основании графиков при работе машинистов по скользящему графику, принятому в организации.

Количество суток $D_{нб}$, затрачиваемых на перебазировку СДМ в течение года, определяется на основании данных о количестве объектов, их расположении, продолжительности строительства и о количестве ТО и ремонтов, выполняемых в ремонтных мастерских.

Простои СДМ, связанные с неблагоприятными метеоусловиями, определяются на основании данных районных управлений метеослужбы с учётом типа СДМ. Совпадение дней, неблагоприятных по метеоусловиям, с выходными и праздничными днями учитывается поправочным коэффициентом, равным 0,7.

При расчёте годового режима может быть предусмотрен резерв времени и простои по непредвиденным причинам D_n , продолжительность которых составляет 3 % календарного времени за вычетом праздничных и выходных дней.

Время, затрачиваемое на доставку СДМ на ремонтное предприятие и обратно, а также время ожидания ремонта определяется на основании фактических затрат времени.

Продолжительность нахождения СДМ в ТО и ремонтах $D_{рем}$, сут, рассчитывается по формуле

$$D_{рем} = \frac{(D_k - D_n) \cdot K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_ч}{1 + K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_ч}, \quad (3.2)$$

где $P_ч$ – коэффициент, учитывающий долю суток нахождения СДМ в ТО и ремонтах в расчёте на 1 ч сменного рабочего времени;

D_n – перерывы и простои в работе СДМ по всем причинам, кроме перерывов для ТО и ремонтов в сутках,

$$D_n = D_v + D_{нб} + D_m + D_n + D_o. \quad (3.3)$$

При определении продолжительности перерывов в работе СДМ по различным причинам рекомендуется учитывать возможность их сокращения за счёт проведения ТО и ремонтов в выходные дни или нерабочее время, введение скользящего графика машинистов.

При возможности определять фактическую наработку по счётчику мото-часов время нахождения СДМ в ТО и ремонте $D_{рем}$, сут, можно рассчитывать по формуле

$$D_{рем} = \frac{H_{ф}}{K_n} \cdot P_ч, \quad (3.4)$$

где $H_{ф}$ – фактическая наработка СДМ, мото-час;

K_n – коэффициент перехода сменного рабочего времени к мото-часам, определяется статистической обработкой внутрисменного использования

СДМ по времени.

Коэффициент P_q принимается на основании количества и продолжительности выполнения ТО и ремонтов за межремонтный цикл, содержащихся в эксплуатационной документации предприятий-изготовителей или фактических сведений по аналогичным СДМ. Коэффициент P_q может определяться по формуле

$$P_q = \frac{\sum_{i=1}^m K_{mopi} \cdot B_i}{T_k} K_n = \frac{(K_{mo1} \cdot B_{mo1} + K_{mo2} \cdot B_{mo2} + 2K_{лет} \cdot B_{co} + K_{mp} \cdot B_{mp} + K_{кр} \cdot B_{кр}) / t_{cp}}{T_k} K_n, \quad (3.5)$$

где m – количество видов ТО и ремонтов, кроме ежесменного обслуживания (ЕО);

K_{mopi} – количество ТО и ремонтов i -го вида за межремонтный цикл;

$K_{лет}$ – количество лет эксплуатации машины до проведения капитального ремонта;

B_i – продолжительность одного ТО или ремонта i -го вида в рабочих сутках, ч;

T_k – периодичность проведения капитального ремонта (межремонтный цикл), мото-час.

Так как капитальный ремонт СДМ проводится один раз в несколько лет, то коэффициент P_q рассчитывается с учётом проведения капитального ремонта и без учёта.

Количество часов рабочего времени СДМ в течение года T_q , маш.-ч, определяется по формуле

$$T_q = D \cdot K_{см} \cdot T_{см}, \quad (3.6)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены; в соответствии с законодательством Республики Беларусь $T_{см} = 8$ ч;

$K_{см}$ – коэффициент сменности.

3.2 Расчёт годового количества рабочего времени СДМ с учётом процесса их старения

В процессе наработки СДМ с начала эксплуатации годовое количество рабочего времени в первый год эксплуатации отдельной СДМ может отличаться более чем на 40 % от этого времени перед проведением капитального ремонта за счёт значительного увеличения простоев на ТО и ремонты. Для исключения ошибок при определении годового режима работы простои СДМ в ТО и ремонтах $D_{рем}$, сут, можно находить по формуле

$$D_{рем} = \frac{H_{пл} (1 - K_{ми})}{K_{ми} \cdot T_{см} \cdot K_{см}} = (D_k - D_n) (1 - K_{ми}) K_n, \quad (3.7)$$

где $K_{ми}$ – комплексный показатель надёжности – коэффициент технического использования, определяемый с учётом фактической наработки с начала

эксплуатации.

Коэффициент K_{mi} в зависимости от наработки с начала эксплуатации или после капитального ремонта H рассчитывается по формуле

$$K_{mi} = A_1 - A_2 \cdot H, \quad (3.8)$$

где A_1 и A_2 – эмпирические коэффициенты для каждого типа СДМ (значения для основных типов СДМ представлены в ДМД 02191.7.008–2009).

При определении $D_{рем}$ с учётом наработки с начала эксплуатации годовое количество рабочего времени $T_{ч}$ находят по формуле (3.6).

С достаточной точностью годовое количество рабочего времени с учётом наработки с начала эксплуатации может рассчитываться по формуле

$$T_{ч} = (D_{к} - (D_{н} + B_{к})) K_{mi} \cdot T_{см} \cdot K_{см}, \quad (3.9)$$

где $B_{к}$ – продолжительность простоя в капитальном ремонте (включается только в год его проведения), сут.

3.3 Расчёт планируемой годовой наработки

Плановая годовая наработка $H_{пл}$, мото-час, определяется по формуле

$$H_{пл} = T_{ч} \cdot K_{н}. \quad (3.10)$$

В раскрытом виде $H_{пл}$ без учёта процесса старения будет рассчитываться по формуле

$$\begin{aligned} H_{пл} &= D \cdot K_{mi} \cdot T_{см} \cdot K_{см} \cdot K_{н} = \\ &= (D_{к} - (D_{е} + D_{нб} + D_{м} + D_{н} + D_{о} + D_{рем})) \cdot K_{mi} \cdot T_{см} \cdot K_{см} \cdot K_{н}. \end{aligned} \quad (3.11)$$

В раскрытом виде $H_{пл}$ с учётом процесса старения будет определяться по формуле

$$\begin{aligned} H_{пл} &= (D_{к} - (D_{н} + B_{к})) \cdot K_{mi} \cdot T_{см} \cdot K_{см} \cdot K_{н} = \\ &= (D_{к} - (D_{е} + D_{нб} + D_{м} + D_{н} + D_{о} + B_{к})) \cdot K_{mi} \cdot T_{см} \cdot K_{см} \cdot K_{н}. \end{aligned} \quad (3.12)$$

4 Практическая работа № 4. Построение годового плана ТО и ремонтов строительных и дорожных машин и определение годовой трудоемкости их проведения

В процессе эксплуатации строительных и дорожных машин (СДМ) проводятся: ежесменное техническое обслуживание (ЕО); плановое техническое обслуживание (ТО), выполняемое в плановом порядке с определенной периодичностью; сезонное обслуживание (СО), выполняемое при подготовке машины к летним и зимним условиям эксплуатации.

Для конкретных машин планируется несколько ТО, различающихся объемом работ и периодичностью. В зависимости от последовательности им присваивается порядковый номер, причем в объем работ ТО с более высоким порядковым номером входят все операции из предшествующих ТО, включая и ЕО.

При ЕО проводятся общий контроль технического состояния машины, очистка и мойка для поддержания внешнего вида, заправка. ЕО выполняется, как правило, перед началом или после рабочей смены. Плановые ТО дополнительно включают регулировочные, контрольно-диагностические, крепежные и смазочные работы.

Для восстановления работоспособности машины производится ее ремонт, который включает комплекс работ по устранению повреждений и отказов. В соответствии с характером и назначением работ различают текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонты.

Текущий ремонт производится с целью устранения возникших отказов и неисправностей и обеспечения гарантированной работоспособности машины до очередного планового ремонта. Характерными работами текущего ремонта являются разборочные, дефектовочные, слесарные, сварочные, сборочные, окрасочные, замена деталей и сборочных единиц в объеме, определенном техническим состоянием машин.

Капитальный ремонт производится с целью восстановления работоспособности машины и ее сборочных единиц с обеспечением ресурса не менее 80 % ресурса новой машины. Машина или сборочная единица (объект) направляется в капитальный ремонт, когда базовые детали требуют ремонта или замены. Капитальный ремонт объекта предусматривает его полную разборку, дефектовку, восстановление или замену деталей с последующей сборкой, регулировкой и испытанием. Базовые детали составляют основу объекта и обеспечивают правильное расположение и функционирование всех деталей и сборочных единиц в целом. При капитальном ремонте восстанавливаются зазоры и натяги сопряжений, взаимное расположение деталей, микрогеометрия рабочих поверхностей, структура и твердость металлов, внешний вид и соединительные размеры сборочных единиц.

Наработку до капитального ремонта называют циклом работоспособного состояния, который графически изображен на рисунке 4.1.

В эксплуатирующих организациях система ТО и ремонтов реализуется через годовые планы и план-графики на месяц.

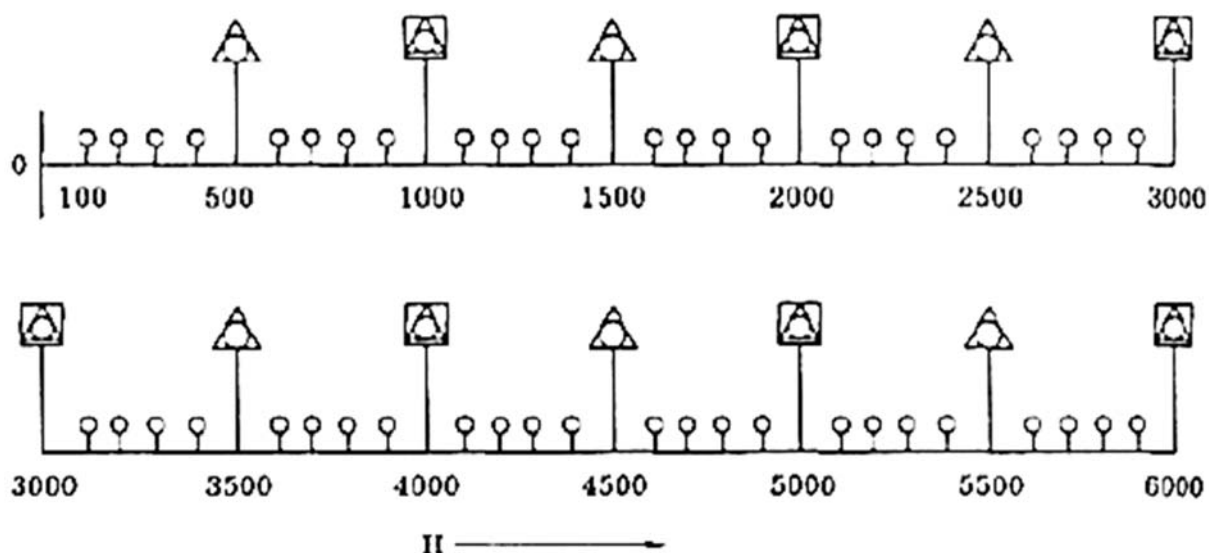


Рисунок 4.1 – Цикл работоспособного состояния машины до капитального ремонта

Годовой план ТО и ремонтов определяет число плановых мероприятий по каждой машине на год и является основанием для расчета потребности в материальных и трудовых ресурсах при разработке производственных планов.

Исходными данными для годового плана являются:

- фактическая наработка в мото-часах с начала эксплуатации на начало планируемого года;
- планируемая наработка машины на год в часах;
- периодичность выполнения ТО и ремонтов.

При составлении годового плана технических обслуживаний и ремонтов используется плановая годовая наработка $H_{пл}$, рассчитываемая по формуле (3.10).

Годовое количество рабочего времени $T_{ч}$ определяется либо с учетом наработки с начала эксплуатации, либо без учета в соответствии с методиками, представленными в практической работе № 3.

Количество ТО и ремонтов $K_{ТОР}$ каждого вида на планируемый год для каждой машины рассчитывается по формуле

$$K_{ТОР} = \frac{H'_{\phi} + H_{пл}}{П_{тор}} - K_{ен}, \quad (4.1)$$

где H'_{ϕ} – величина фактической наработки СДМ на начало планируемого года со времени проведения последнего, аналогичного расчетному виду ТО, ремонта или с начала эксплуатации, мото-час;

$П_{тор}$ – периодичность выполнения соответствующего вида ТО или ремонта, по которому ведется расчет, мото-час;

$K_{ен}$ – число всех видов ТО и ремонтов с периодичностью, большей периодичности того вида, по которому ведется расчет (при расчете капитального ремонта показатель $K_{ен}$ равен нулю).

Для расчетов принимается только целое число $K_{тор}$, округленное в меньшую сторону.

Определение количества ТО и ремонтов осуществляется в следующей последовательности: сначала определяется необходимое число капитальных, затем текущих ремонтов, ТО-3 (при необходимости), ТО-2 и затем ТО-1.

Данные о фактической наработке СДМ после соответствующего ремонта или ТО определяются разностью между общей наработкой СДМ на начало планируемого года и ее наработкой на день проведения соответственно ТО или ремонта в году, предшествующем планируемому.

Наработка СДМ на начало планируемого года и со дня проведения соответствующего ТО или ремонта определяется по данным учета, который должен вестись по каждой СДМ применительно к показателям, включенным в формуляр (паспорт) СДМ.

Порядковый номер месяца K_M , в котором должен производиться капремонт, рассчитывается по формуле

$$K_M = \frac{12(P_{КР} - H_{ФК})}{H_{ПЛ}} + 1, \quad (4.2)$$

где $P_{КР}$ – периодичность выполнения капремонта, мото-час;

$H_{ФК}$ – наработка СДМ от предыдущего капремонта или с начала эксплуатации (если капитальный ремонт не проводился) до начала планируемого года, мото-час.

Если при расчете по формуле (4.2) $K_M > 12$, то капремонт СДМ в планируемом году не проводится и переносится на следующий год. Если в соответствии с расчетом по формуле (4.2) капитальный ремонт однотипных СДМ распределяется по месяцам неравномерно, допускается корректировка годового плана перенесением планируемого ремонта в пределах ближайших месяцев исходя из технического состояния отдельных СДМ.

На основании данных о времени проведения капремонта составляется заявка ремонтных мест и смета расходов на капремонт СДМ.

Годовой план ТО и ремонтов СДМ (рисунок 4.2) утверждается главным инженером (главным механиком) вышестоящей организации.

Наименование машины	Фактическая наработка, мото-час					Наработка в планируемом году, мото-час	Количество ТО и ремонтов в планируемом году			
	с начала эксплуатации	со времени проведения					КР	ТР	ТО-2	ТО-1
		КР	ТР	ТО-2	ТО-1					
Экскаватор ЭО-5126	2610	0	610	110	10	1350		1	1	11

Рисунок 4.2 – Форма годового плана-графика ТО и ремонтов

В годовом плане отражается только количество необходимых ТО и ремонтов, а их точное время проведения рассчитывается при составлении плана-графика на месяц.

Объем работ по ТО и ремонту для расчётного парка машин определяют исходя из трудоёмкости выполняемых работ по каждому мероприятию:

$$T_{\text{тор}}^{\text{сум}} = \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^M \sum_{\ell=1}^N T_{z_{ij\ell}}, \quad (4.3)$$

где d – количество мероприятий по обслуживанию и ремонту машин;

M – количество марок машин;

N – количество машин одной марки;

$T_{z_{ij\ell}}$ – годовая трудоёмкость i -го мероприятия для машин j -й марки,

$$T_{z_{ij\ell}} = T_i \cdot K_{\text{тор}i};$$

T_i – трудоёмкость i -го мероприятия;

$K_{\text{тор}i}$ – количество i -х мероприятий за год.

Трудоёмкость ТО и ремонтов целесообразно определить и отдельно по формулам

$$T_{\text{тор}}^{\text{сум}} = T_{z.\text{ТО}} + T_{z.\text{ТР}} + T_{z.\text{КР}} 2T_{\text{СО}}; \quad (4.4)$$

$$T_{z.\text{ТО}} = \sum_{i=1}^M \sum_{\ell=1}^N (T_{\text{ТО-1}} K_{\text{ТО-1}} + T_{\text{ТО-2}} K_{\text{ТО-2}} + 2T_{\text{СО}})_{i\ell}; \quad (4.5)$$

$$T_{z.\text{ТР}} = \sum_{i=1}^M \sum_{\ell=1}^N (T_{\text{ТР}} K_{\text{ТР}})_{i\ell}; \quad (4.6)$$

$$T_{z.\text{КР}} = \sum_{i=1}^M \sum_{\ell=1}^N T_{\text{КР}i\ell}, \quad (4.7)$$

где $T_{\text{ТО-1}}$, $T_{\text{ТО-2}}$, $T_{\text{ТР}}$, $T_{\text{КР}}$ – трудоёмкости проведения соответственно ТО-1, ТО-2, СО, ТР, КР (принимается по нормативным документам);

$K_{\text{ТО-1}}$, $K_{\text{ТО-2}}$, $K_{\text{ТР}}$ – количество мероприятий за год в соответствии с годовым планом ТО и ремонтов.

5 Практическая работа № 5. Построение плана-графика на месяц ТО и ремонтов строительных и дорожных машин

Месячный план-график ТО и ремонтов (рисунок 5.1) устанавливает дату остановки каждой СДМ на ТО или ремонт и продолжительность ее в днях. Порядковый рабочий день месяца $D_{ТОР}$, в который начинается проведение ТО или ремонта СДМ, определяется по формуле

$$D_{ТОР} = \frac{K_{ДР} \cdot (n \cdot П_{тор} - H_{\Phi})}{H_{ПЛМ}} + 1, \quad (5.1)$$

где $K_{ДР}$ – число рабочих дней в планируемом месяце, определяемое с учетом установленного в данной организации режима работы, сут;

n – количество раз, считаемых для соответствующего ТО и ремонта;

$H_{ПЛМ}$ – планируемая наработка на расчетный месяц, мото-час.

План-график ТО и ремонтов СДМ на _____
месяц

Инвентарный номер машины	Наименование и марка машины	Фактическая наработка, мото-час					Нарработка в планируемом месяце, мото-час	Число месяца и виды ТО и ремонта										
		с начала эксплуатации	со времени проведения					1	2	3	4	...	28	29	30	31		
			КР	ТР	ТО-2	ТО-1												

Главный механик _____
(фамилия, имя, отчество)

_____ (подпись)

Рисунок 5.1 – План-график на месяц проведения ТО и ремонтов машин

Если при расчете по формуле (5.1) величина $D_{ТОР}$ окажется больше, чем число рабочих дней в планируемом месяце, то соответствующий вид ТО или ремонта в этом месяце не проводится.

Для определения календарного числа месяца, начала проведения ТО или ремонта необходимо к полученному числу рабочих дней месяца, рассчитанному по формуле (5.1), добавить число выходных дней (по календарю), приходящихся на вычисленное число рабочих дней.

Если при определении времени постановки СДМ на ТО и ремонт окажется, что отдельные дни планируемого месяца загружены неравномерно, допускается корректировка в плане-графике времени проведения ТО и ремонта в пределах одного – двух дней увеличения или уменьшения периодичности.

При составлении плана-графика на месяц допускается возможность корректировки постановки СДМ в ремонт с учетом загруженности ремонтной базы либо при отсутствии или минимальных объемах выполняемых работ для

данной машины в планируемом месяце.

Месячный план-график утверждается главным инженером (главным механиком) организации, для которой он разработан.

6 Практическая работа № 6. Определение количества и ассортимента топлива и смазочных материалов для эксплуатации строительных и дорожных машин в течение года

Экономное расходование топлива и смазочных материалов (ТСМ) приобретает в настоящее время первостепенное значение, т. к. расходы на топливо достигают 50 % от суммы затрат на эксплуатацию машинного парка.

Показателями топливной экономичности машин являются часовой и удельный расходы топлива на единицу эффективной мощности или на единицу произведённой продукции.

Индивидуальные нормы устанавливаются для каждой марки и модификации машины в зависимости от выполняющихся технологических процессов.

Планируемый расход топлива для выполнения транспортных операций включает три составляющие: базовую (линейную) норму расхода на 100 км пробега; дополнительную норму на 100 т·км транспортной работы; дополнительную норму на езду с грузом.

Базовая (линейная) норма расхода устанавливается в зависимости от категории подвижного состава; норма на транспортную работу – в зависимости от разновидности двигателя и полной массы подвижного состава.

Норма расхода топлива на езду с грузом зависит только от полной массы подвижного состава.

Для бортовых грузовых автомобилей или автопоездов нормируемый расход топлива Q_n , л, определяется по формуле

$$Q_n = 0,01(L(H_1 + H_2 \cdot m_2) + H_3 \cdot m_3 \cdot L_3) \cdot (1 + 0,01 \cdot K), \quad (6.1)$$

где L – пробег автомобиля или автопоезда, км;

H_1 – базовая (линейная) норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км;

H_2 – норма расхода топлива на дополнительно транспортируемую массу прицепа или полуприцепа, л/100 т·км;

m_2 – собственная масса прицепа или полуприцепа, т;

H_3 – норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 т·км;

L_3 – пробег с грузом, км;

m_3 – масса груза, т;

K – поправочный коэффициент к норме, %.

Для автомобилей-самосвалов и самосвальных автопоездов нормируемый расход топлива рассчитывается по формуле

$$Q_n = 0,01L(H_4 + H_5(m_2 + \beta \cdot G_{np})) \cdot (1 + 0,01K) + H_6 \cdot n \cdot N, \quad (6.2)$$

где H_4 – базовая (линейная) норма расхода топлива автомобиля-самосвала с учётом транспортной работы, л/100 км;

H_5 – норма расхода топлива на транспортную работу и на дополнительную массу прицепа или полуприцепа, л/100 т·км;

G_{np} – грузоподъёмность прицепа, т;

β – коэффициент использования пробега;

H_6 – дополнительная норма расхода топлива на каждую езду с грузом автомобиля и автопоездов с самосвальными кузовами, учитывающая маневрирование, погрузку и выгрузку, л;

n – количество ездов с грузом;

N – количество единиц подвижного состава.

Нормативный расход топлива для специальных машин, выполняющих специальные работы в период стоянки, определяется по формуле

$$Q_n = 0,01L \cdot H_7 + H_8 \cdot T(1 + 0,01K), \quad (6.3)$$

где H_7 – линейная норма расхода топлива на пробег специальной машины, л/100 км;

H_8 – норма расхода топлива на работу специального оборудования, л/ч (или литр на выполняемую операцию);

T – время работы оборудования, ч (или количество выполняемых операций).

Для специальных машин, выполняющих работу в процессе передвижения, нормативный расход топлива рассчитывается по формуле

$$Q_n = 0,01(H_9 \cdot L_1 + H_{10} \cdot L_2)(1 + 0,01K) + H_{11} \cdot n_1, \quad (6.4)$$

где H_9 – линейная норма расхода топлива на пробег специальной машины, л/100 км;

L_1 – пробег машины до места работы и обратно, км;

H_{10} – норма расхода топлива на пробег при выполнении специальной работы, л/100 км;

L_2 – пробег машины при выполнении специальной работы, км;

H_{11} – дополнительная норма расхода топлива на выполнение одного цикла, л;

n_1 – количество циклов за смену.

Нормативный расход топлива для строительных и дорожных машин с установленными индивидуальными нормами расхода определяется по формуле

$$Q_n = H_{12} \cdot T(1 + 0,01 \cdot K), \quad (6.5)$$

где H_{12} – индивидуальная норма расхода топлива на час работы, л;

T – время работы машины, ч.

Нормативный расход топлива для многофункциональных строительных, дорожных и коммунальных машин, выполняющих несколько операций, рассчитывается по формуле

$$Q_n = 0,01 \left(\sum_{i=1}^n H_i \cdot L_i \right) \cdot (1 + 0,01K), \quad (6.6)$$

где H_i – линейная норма расхода топлива при выполнении i -й операции;

L_i – пробег машины при выполнении i -й операции;

n – количество операций, выполняемых многофункциональной машиной.

Для строительных, дорожных, грузоподъёмных и специальных машин устанавливаются индивидуальные нормы в литрах на час работы.

Средний часовой расход топлива двигателем с учётом степени его загрузки можно определить по формуле

$$G_{\text{ч}} = 1,03 G_{\text{ном}} (k_{\text{дв}} (k_{\text{дм}} \cdot k_N - k_x) + k_x), \quad (6.7)$$

где 1,03 – коэффициент, учитывающий расход топлива в период запуска и регулировки;

$G_{\text{ном}}$ – часовой расход топлива на номинальном режиме работы двигателя, кг/ч;

$k_{\text{дв}}$ – коэффициент использования двигателя по времени, $k_{\text{дв}} = 0,6 \dots 0,8$;

$k_{\text{дм}}$ – коэффициент использования двигателя по мощности, $k_{\text{дм}} = 0,4 \dots 0,9$;

k_N – коэффициент, учитывающий изменение расхода топлива в зависимости от степени использования двигателя по мощности, $k_N = 1,0 \dots 1,25$;

k_x – коэффициент, учитывающий расход топлива при работе двигателя на холостом ходу, $k_x = 0 \dots 0,5$.

Часовой расход топлива $G_{\text{ном}}$ на номинальном режиме рассчитывается по формуле

$$G_{\text{ном}} = N_e \cdot g_e \cdot 10^{-3}, \quad (6.8)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

g_e – удельный расход топлива (для двигателей с искровым зажиганием $g_e = 300 \dots 340$ г/(кВт·ч), для дизельных двигателей $g_e = 225 \dots 240$ г/(кВт·ч)).

Величина коэффициента $k_{\text{дв}}$ для различных СДМ может быть принята:

– для автогрейдера – 0,65...0,7;

– для автосамосвала – 0,6...0,8;

– для автоскрепера – 0,7...0,75;

– для асфальтоукладчика и распределителя материалов – 0,7...0,8;

– для бульдозера – 0,8;

– для катков пневмошинных – 0,6...0,7;

– для катков самоходных статического действия – 0,5...0,6;

– для погрузчиков – 0,8;

– для экскаваторов – 0,7...0,8.

Нормы расхода топлива представлены в сборнике норм расхода топлива и смазочных материалов [4] с рекомендациями по их повышению или понижению.

Расход бензина для запуска дизельных двигателей дорожных и строительных машин, оборудованных пусковым двигателем, устанавливается

в пределах до 3 % в летнее время и до 5 % в зимнее время от общего расхода дизельного топлива.

Расход топлива для пусковых двигателей принимается в пределах 3 % от расхода основных двигателей СДМ.

Расчет среднечасовой расход топлива для машин всех типов и учитывая продолжительность их работы в течение года в часах, определяют годовую потребность в топливе для машин парка.

Для обеспечения топливом вспомогательных машин базы потребность увеличивается на 8...10 %.

Для климатических условий Республики Беларусь принимается 60 % летнего и 40 % зимнего дизельного топлива.

Расход смазочных материалов определяется в процентах от расхода топлива:

- моторное масло для двигателей с искровым зажиганием – 2...3,5 %;
- моторное масло для дизельных двигателей – 5...5,5 %;
- трансмиссионные масла – 0,7 %...1,4 %;
- гидравлические масла – 1 %...1,5 %;
- пластичные смазки – 0,2 %...0,3 %.

Расход в килограммах рабочих жидкостей для гидросистем СДМ планируется на 1 ч работы машины в следующих пределах:

- автогрейдеры, бульдозеры, погрузчики – 0,01...0,04 кг/ч;
- экскаваторы одноковшовые – 0,07...0,09 кг/ч;
- асфальтоукладчики и распределители материала – 0,10...0,14 кг/ч;
- автоскреперы – 0,4...0,6 кг/ч.

7 Практическая работа № 7–8. Разработка технологических карт технического обслуживания, ремонтов и диагностики строительных и дорожных машин

Выполнение процессов ТО, текущего и капитального ремонта, диагностики СДМ и их сборочных единиц выполняется в соответствии с руководствами по эксплуатации машин, ремонту, диагностике, заводской документации. Для выполнения данных мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособности машин разрабатываются технологические карты.

Технологическая карта (ТК) включает в себя перечень выполняемых операций, список необходимого оборудования и материалов, трудоемкости выполнения операций, информацию о том, кто выполняет действия, и подробное описание технологического процесса.

Разработку ТК выполняют по аналогии с установленными типовыми технологическими процессами [11–18], учитывая требования документации на машину [19–22].

Список литературы

- 1 **ДМД 02191.7.008–2009.** Рекомендации по совершенствованию технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин с учетом целесообразности их эксплуатации на любом этапе с начала использования. – Минск : БелдорНИИ, 2009. – 90 с.
- 2 **МДС 12–13.2003.** Механизация строительства. Годовые режимы работы строительных машин. – Москва : ГУП ЦПП, 2003. – 16 с.
- 3 **Максименко, А. Н.** Эксплуатация строительных и дорожных машин : учебное пособие / А. Н. Максименко. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
- 4 Сборник норм расхода топлива и смазочных материалов для механических транспортных средств, судов, машин, механизмов и оборудования в Республике Беларусь. – Минск : Транстехника, 2010. – 441 с.
- 5 **Максименко, А. Н.** Производственная эксплуатация строительных и дорожных машин : учебное пособие / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 390 с.
- 6 **Максименко, А. Н.** Техническая эксплуатация строительных и дорожных машин : учебное пособие / А. Н. Максименко, В. В. Кутузов. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 304 с.
- 7 **Рынкевич, С. А.** Проектирование, эксплуатация и диагностика мобильных машин : монография / С. А. Рынкевич, В. В. Кутузов. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2016. – 224 с.
- 8 **Максименко, А. Н.** Оценка эффективности этапов жизненного цикла машины с учетом изменения технико-экономических показателей в процессе ее эксплуатации : монография / А. Н. Максименко, В. В. Кутузов, Е. В. Кутузова. – Саарбрюккен (Германия) : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 188 с.
- 9 **Зорин, В. А.** Основы работоспособности технических систем : учебник для вузов / В. А. Зорин. – Москва : Магистр-Пресс, 2005. – 536 с.
- 10 **ТКП 059–2012.** Автомобильные дороги. Правила устройства. – Минск : БелдорНИИ, 2014. – 98 с.
- 11 Типовой технологический процесс ежесменного, первого, второго, третьего и сезонного технических обслуживаний тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 и их модификаций. – Минск : БелдорНИИ, 2004. – 70 с.
- 12 Типовой технологический процесс ежесменного, первого, второго, третьего и сезонного технических обслуживаний асфальтоукладчиков SUPER 1704, К6М, ДС-191-506, ДС-191-506.01, ДС-191-506.02. – Минск : БелдорНИИ, 2004. – 50 с.
- 13 Типовой технологический процесс ежесменного, первого, второго, третьего и сезонного технических обслуживаний бульдозеров ДЗ-162-3, ДЗ-170, ДЗ-171, ДЗ-110, ДЗ-110А, ДЗ-110А2, ДЗ-110В, Б-170, Б-170М1.01Е, ДЗ-59, Д-129, Д-355А, Д-355С. – Минск : БелдорНИИ, 2003. – 124 с.
- 14 Типовой технологический процесс ежесменного, первого, второго, третьего и сезонного технических обслуживаний автогрейдеров ДЗ-98А, ДЗ-98В3.2, ДЗ-98В7, ДЗ-143, ДЗ-143-1, ДЗ-180, ДЗ-180А. – Минск : БелдорНИИ, 2004. – 126 с.

15 Типовой технологический процесс ежесменного, первого, второго, третьего и сезонного технических обслуживаний катков вибрационных ВА-3, ВА-9, ВА-252, ВВ-200, ВИБРОМАКС-1103, катков пневмоколесных АМКОДОР 6641, ДУ-100, катков с гладкими вальцами ВА-6622, ВА-9001, ДУ-64, катков комбинированных ДУ-58, АМКОДОР 6715, ПУМА-168. – Минск : БелдорНИИ, 2004. – 83 с.

16 Типовой технологический процесс ежесменного, первого, второго, третьего и сезонного технических обслуживаний экскаваторов ЭО-2624, ТО-49, ЭО-3322Б, ЭО-3532А, ЭО-4121, ЭО-4121Б, ЕУ-422, УВ-1233, УВ-1233-1, ЕХ-200 Hitachi, SK-400 Kobelco. – Минск : БелдорНИИ, 2003. – 52 с.

17 Типовой технологический процесс ежесменного, первого, второго, третьего и сезонного технических обслуживаний погрузчиков ТО-18, ТО-18А, ТО-18Б, ТО-18Д, ТО-18К, АМКОДОР 322, UN-050 и автопогрузчиков ДВ-1792, 4045, 4045М, 4014А, 4014М. – Минск : БелдорНИИ, 2004. – 120 с.

18 Нормы затрат на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава автомобильного транспорта Республики Беларусь // Главный бухгалтер. – 2003. – № 2. – С. 39–45.

19 **Яговкин, А. И.** Организация производства технического обслуживания и ремонта машин : учебное пособие / А. И. Яговкин. – Москва : Академия, 2006. – 400 с.

20 Погрузчик одноковшовый, фронтальный, пневмоколесный ТО-18 (техническое обслуживание и инструкция по эксплуатации). – Минск : Полымя, 1987. – 290 с.

21 Погрузчики фронтальные одноковшовые (АМКОДОР 332В, АМКОДОР 332В4, АМКОДОР 342В, АМКОДОР 342В-01, АМКОДОР 342В4, АМКОДОР 352, АМКОДОР 352-10). Погрузчики торфа (АМКОДОР 342Р, АМКОДОР 342Р-01, АМКОДОР 342Р4, АМКОДОР 342Р4-01). Погрузчики универсальные (АМКОДОР 332С4, АМКОДОР 332С4-02, АМКОДОР 342С4, АМКОДОР 34204-02, АМКОДОР 352С, АМКОДОР 352С-01, АМКОДОР 352С-02, АМКОДОР 352С-10). Лесопогрузчики фронтальные универсальные (АМКОДОР 352Л, АМКОДОР 352Л-01, АМКОДОР 352Л-02): руководство по эксплуатации 342В.00.00.000РЭ / Л. Л. Гуменников [и др.]. – Минск : Амкодор, 2010. – 286 с.

22 **Карпыза, С. А.** Мосты ведущие серии 342. Руководство по эксплуатации / С. А. Карпыза, Л. А. Самущенко, Л. А. Сиротина. – Минск : Амкодор, 2012. – 36 с.

23 **Рогожкин, В. М.** Эксплуатация машин в строительстве : учебник: в 3 ч. Ч. 1 : Основы эффективной эксплуатации машин / В. М. Рогожкин. – Старый Оскол : ТНТ, 2012. – 288 с.

24 **Рогожкин, В. М.** Эксплуатация машин в строительстве : учебник: в 3 ч. Ч. 2 : Техническая эксплуатация машин / В. М. Рогожкин. – Старый Оскол : ТНТ, 2012. – 232 с.

25 **Рогожкин, В. М.** Эксплуатация машин в строительстве : учебник: в 3 ч. Ч. 3 : Производственная эксплуатация / В. М. Рогожкин. – Старый Оскол : ТНТ, 2012. – 248 с.