**Тема 1.3. Основные пути повышения производительности машин.**

Коэффициенты полезного действия составных частей машины и их связь с производительностью. Основные пути повышения технической и эксплуатационной производительности машины. Влияние производительности машины на стоимость строительных работ.

1. Коэффициент полезного действия машины и его связь с производительностью

Удельным сопротивлением грунта при его разработке землеройными машинами (автогрейдер, рыхлитель, планировщик) называется усилие, необходимое для преодоления сопротивления, которое приходится на единицу ширины захвата.

Если машина имеет ширину захвата В (м), а сопротивление рабочей машины R (Н), то удельное сопротивление куд (Н/м):

куд=R/B. (1)

Величину R можно определить по формуле:

R=Nт/V, (2)

где Nт—тяговая (толкающая) мощность, Вт;

V- скорость движения, м/с.

Тогда из (1) с учётом (2)

B=Nт/V куд (3)

Подставляя В в выражение для расчета производительности машины П см за Т часов работы, получим сменную производительность в функции удельного сопротивления:

П см=(3600 Nт Т τ)/ куд. (4)

А часовая производительность будет определяться выражением:

П ч=(3600 Nт τ)/ куд. (5)

Таким образом, производительность машины обратно пропорциональна удельному сопротивлению в технологической операции. Поэтому при эксплуатации машин следует по возможности обрабатывать грунт в таком его состоянии, когда его удельное сопротивление, например, резанию минимально.

Большое влияние на величину сопротивления грунта оказывает конструкция рабочих органов землеройных машин. Поэтому совершенствование рабочих органов является одним из основных направлений в снижении затрат энергии на разработку грунта.

Коэффициент полезного действия (КПД) машины есть отношение энергии, затраченной непосредственно на выполнение полезной работы, к подведенной энергии:

η а=А п/А топ , (6)

где Ап - полезная работа;

Атоп - энергия подведённого топлива.

Машину можно представить в виде структурной схемы, - двигатель, трансмиссия и рабочее оборудование (рис. 1). К машине подводится энергия, выделяемая при сгорании топлива Ат. Часть её расходуется на работу в двигателе (Адв), большая часть энергии Ас снимается с коленчатого вала двигателя и передается далее на трансмиссию.

Следовательно, КПД двигателя (энергетический)

η е=А с/А топ , (7)

где Ас - эффективная энергия двигателя.

Подведённая к трансмиссии энергия Ас частично расходуется в ней на механические потери (А мех), а оставшаяся (большая часть) А т передаётся на рабочее оборудование. КПД трансмиссии, или механический КПД, будет равен соотношению

η мех =А т/А с , (8)



двигатель трансмиссия рабочее оборудование

Рис. 1.Передача энергии в системе двигатель – трансмиссия – рабочее оборудование машины

В рабочем оборудовании часть подведённой энергии А т также расходуется на потери (А рм), а большая ее часть (А п) реализуется на выполнение полезной работы. В этом случае КПД рабочего оборудования равен соотношению

η р м =А п/А т , (9)

Перемножая левые и правые части уравнений (7), (8) и (9), получим:

А п/А т= η е η мех η р м (10)

Учитывая выражение (6)

η а = η е η мех η р м (11)

Таким образом, КПД системы двигатель – трансмиссия – рабочее оборудование машины есть произведение КПД двигателя, механического КПД трансмиссии и КПД рабочего оборудования. Так как КПД отдельных составных частей машины меньше 1, то и η а будет меньше КПД любой из ее составных частей. Таким образом, чем сложнее конструкция машины, и чем больше она имеет составных частей (агрегатов), через которые последовательно передаётся энергия, тем меньше ее КПД.

КПД машины - величина не постоянная. Он зависит от состояния грунта (поверхности), по которому перемещается машина, свойств и состояния обрабатываемого строительного материала и других эксплуатационных факторов.

На рис. 2 приведены опытные значения КПД бульдозера (гусеничный ход) при работе на лёгких грунтах нормальной влажности в функции скорости движения. Как видно из графиков зависимостей, максимальное значение КПД η а соответствует скорости 6,5 -7,0 км/ч. Соответственно, учитывая это обстоятельство, в настоящее время имеет место тенденция смещения максимальных значений КПД тяговых гусеничных машин (бульдозеров) в области с более высокими рабочими скоростями.

Рис. 2. Зависимость КПД бульдозера от скорости движения

Чтобы определить влияние КПД на производительность машины, выражение (8) запишем в виде

η мех =N т/N е , (12)

гдеN т,N е- соответственно тяговая (толкающая) и эффективная мощность.

Определив по (12) N т и подставив полученное выражение в (5), в окончательном виде получим

П ч=(3600 Nе η мех τ)/ куд. (13)

Из выражения (13) видно, что производительность машины прямо пропорциональна ее механическому КПД. Поэтому при эксплуатации машин необходимо особое внимание обращать на техническое состояние трансмиссии и ходовой части, своевременно проводить технические обслуживание агрегатов этих составных частей, применять качественные смазочные материалы.

Из выражения (13) также следует, что при равных значениях η мех , τ, куд более производительными являются машины оснащенные двигателями большей мощности. Соответственно, в настоящее время имеет место тенденция производства энергонасыщенных машин.

Если принять допущение, что выражение (3600 η мех τ)/ куд. Есть величина постоянная и обозначить его через А, то П ч = А Nе. Откуда следует, что производительность машины прямо пропорциональна эффективной мощности ее силовой установки. В реальных условиях производительность машин растёт не пропорционально мощности их силовых установок из-за не полного использования мощностных показателей двигателей.

На рис. 3 приведены принципиальные графики изменения производительности машины в зависимости от мощности двигателя при постоянной скорости движения. Графики зависимостей 1 и 2 показывают, что с возрастанием мощности двигателя машины в большей мере проявляются отклонения фактической производительности от теоретической.

Рис. 3. Теоретическая (1) и фактическая (2) зависимости производительности машины от мощности двигателя

Таким образом, большая эффективная мощность двигателя является лишь необходимым, но недостаточным условием высокой производительности машин. Чтобы энергонасыщенные машины обеспечивали высокую производительность, необходимо добиваться полного использования их мощности в условиях эксплуатации. Это можно реализовать путём правильного комплектования машины, подбора для машины работ, по энергоёмкости соответствующих мощности ее силовой установки. Однако основным направлением улучшения использования энергонасыщенных машин следует считать изготовление рабочего оборудования, позволяющего полностью загрузить их двигатель.

2 Основные пути повышения производительности машин

Определяющим направлением повышения производительности машин является увеличение коэффициента использования времени смены τ . Его можно повысить за счёт:

- чёткой организации работ, что сокращает потери времени поорганизационным причинам Тор ;

- качественного и своевременного проведения технического обслуживания машин, применения рациональных методов ТО и ремонтов (в том числе диагностики) (уменьшаются Т п и Т Ф);

- создания хороших условий труда персонала, повышения трудовой дисциплины (уменьшаются Тп и Гф);

- назначения рациональных нагрузочных и скоростных режимов работы машин (уменьшаются Т тн , и Т н);

- выбора рациональных схем движения машин при выполнении работ (уменьшаются Т х).

Существенное значение для повышения производительности машин имеет повышение их мощности и более полное её использование в условиях эксплуатации. Для большинства ДСМ важным направлением в увеличении производительности является повышение рабочих скоростей (движения, частоты циклов). Для некоторых (бульдозеры, рыхлители, скреперы, планировщики, экскаваторы) - увеличение ширины захвата и, например, геометрической ёмкости ковша.

Производительность машин может быть значительно повышена путём конструкторских и эксплуатационных мероприятий, обеспечивающих увеличение КПД.

К конструкторским мероприятиям, увеличивающим эти коэффициенты, относятся следующие:

- применение двухстадийного сгорания, повышение степени сжатия, турбонаддув (увеличивают η е);

- применение гидравлических, бесступенчатых коробок передач (увеличивает η мех);

- совершенствование конструкции рабочих органов машин, например, нож с роликовым отвалом.

К эксплуатационным мерам относятся:

- правильная регулировка топливной аппаратуры (угол впрыска давление, распыл топлива) (увеличивает η е);

- хорошее техническое состояние ходовой части, трансмиссии, правильная регулировка их агрегатов и приводов управления (увеличивают η мех );

- правильная установка и своевременные замены ножей рабочих органов машин (увеличивают η р м).

Исключительно важную роль в повышении производительности играет совершенствование технологии строительных работ, применение автоматов, роботов и манипуляторов, внедрение поточных методов строительства, оплата труда персонала за выполненную работу (по конечному результату).

3 Влияние производительности машин на стоимость строительных работ

Затраты С на выполнение строительных работ складываются из общехозяйственных (С о), общепроизводственных (С оп) и прямых эксплуатационных (С э) расходов, то есть

С = С о+ С оп С э (14)

где С о - затраты на заработную плату персонала (руководство, ИТР), водоснабжение, отопление, освещение, содержание зданий и коммуникаций;

С оп - амортизация производственных помещений, расход электроэнергии на производственные нужды, затраты на материалы, амортизация производственного оборудования;

С э - затраты, связанные с эксплуатацией машин.

По величине С э судят об эффективности использования машин. Она складываются из следующих составляющих:

С э = С з + С эм +С а + С то + С д , (15)

где С з - заработная плата машинистов (операторов);

С эм - стоимость израсходованных эксплуатационных материалов;

С а - амортизационные отчисления от стоимости машин;

С то - затраты на ТО, хранение и ремонт техники;

С д - дополнительные расходы, связанные с эксплуатацией машин.

При часовой производительности П ч прямые эксплуатационные затраты на единицу выработки машины будут составлять

С уд = С эч / П ч С уд (16)

где С эч - прямые эксплуатационные затраты за час работы машины.

Как видно из выражения (16), с увеличением часовой производительности удельные затраты средств на единицу работы уменьшаются. Подставляя в выражение (16) выражение П ч из (13), получим

С уд = С эч куд / (3600 Nе η мех τ ) (17)

Из выражения (17) следует, что удельные эксплуатационные затраты прямо пропорциональны удельному сопротивлению (удельной энергоёмкости) грунта и обратно пропорциональны эффективной мощности двигателя, механическому КПД и коэффициенту использования времени.

При постоянном значении куд / (3600 Nе η мех τ ) = В 1

С уд = В 1 С эч / Nе (18)

Отсюда видно, что более энергонасыщенные машины при условии полного использования их мощностных показателей дают меньшие затраты средств на единицу выполненной работы.