Если в курсовом проекте или в выпускной работе модернизируется бульдозерный отвал экскаватора ЭО-2621 то необходимо проводить тяговый расчет экскаватора. Цель тягового расчета заключается в определении тяговых сопротивлений при работе бульдозера и сравнении их с тягово-сцепными и энергетическими возможностями базового трактора. При работе бульдозера возникают сопротивление отделения грунта от массива, сопротивление перемещению призмы волочения, сопротивление трению при движении грунта вверх по отвалу и вдоль него и сопротивление движению базовой машины с бульдозерным оборудованием.

Важными составляющими расчетов машин при их модернизации является определение баланса мощности и выявление производительности с новым рабочим органом. Баланс мощности определяют для того чтобы выяснить режим работы машины на рабочих скоростях с назначением максимальной транспортной и рабочей скорости. Для машин непрерывного действия с активным рабочим органом обычно мощность складывается из мощности расходуемой двигателем на привод активного рабочего органа, передвижение машины с рабочей скоростью (при проведении рабочей операции), привод дополнительного вспомогательного оборудования и на привод системы управления.

Производительность наземных транспортно-технологических машин может быть нескольких видов: конструктивная, техническая и эксплуатационная. Конструктивная производительность – это максимально возможная производительность машины, полученная при максимальных расчетных скоростях элементов рабочего оборудования. Техническая производительность – это производительность, полученная с учетом конкретных условий эксплуатации машины (к примеру, высота забоя, вместимость ковша и т.д.). Эксплуатационная производительность представляет собой производительность, полученную в реальных условиях эксплуатации с учетом всех технологических и организационных перерывов. Модернизация рабочего оборудования также подразумевает расчет производительности для выяснения экономической эффективности.

1. Абдулмажидов Х.А. Обоснование основных параметров и режимов работы ковшовых каналоочистительных машин для зоны осушения. – Дис. канд. техн. наук. – М.: МГУП, 2000 г.
2. Абдулмажидов Х.А. Совершенствование рабочего оборудования каналоочи-стителя РР-303. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2011. №2 (47).С.58-60
3. Абдулмажидов Х.А., Матвеев А.С. Комплексное проектирование и проч-ностные расчеты конструкций машин природообустройства в системе Inventor Pro. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2016. № 2 (72). С. 40-46.
4. Абдулмажидов Х.А., Карапетян М.А. Очистка мелиоративных каналов от наносов, заилений и растительности. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2016. № 5 (75). С. 13-17.

Абдулмажидов Х.А.

Современные представления о взаимодействии рабочих органов мелиоративных машин с обрабатываемой средой

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/lj-09-2018-90

idsp: 000001:lj-09-2018-90

Аннотация

В статье даны современные представления о взаимодействии элементов рабочих органов мелиоративных машин с обрабатываемой средой, в частности, рабочих органов ковшового типа с режущими элементами в виде зубьев и режущих кромок при разработке наиболее часто встречающихся в мелиоративном строительстве грунтов, почв и наносов с растительностью. Представлено описание силовых и мощностных

составляющих процесса резания и копания грунтов рабочими органами мелиоративных машин. Даны рекомендации по снижению энергетических составляющих в процессе копания грунтов и в целом при взаимодействии рабочего органа с обрабатываемой средой.

Ключевые слова: мелиоративные машины, рабочие органы мелиоративных машин, процесс резания и копания грунтов, разработка грунтов и наносов рабочими органами мелиоративных машин, машины для строительства и очистки каналов.

Abstract

In the article, given current understanding about the interaction of elements working bodies of reclamation machines with soil being processed, in particular, of the working bodies of scoop type with cutting elements in the form of the teeth and cutting edges when developing most often encountered in the construction of soils and sediments with vegetation. Describes the power and capability of the constituent process of cutting and digging of soil reclamation machines working bodies. Recommendations on reduction of energy components in the process of digging the soil and, in General, when communicating the working body with processed soil.

Keywords: agricultural machines, working bodies of reclamation machines, the process of cutting and digging soil, soil development and sediment working bodies of reclamation machines, machines for construction and cleaning canals.

Рабочие органы мелиоративных машин предназначены для проведения одной или нескольких операций мелиоративного производства. Однако, в большинстве своем мелиоративные машины являются специальными, т.е. выполняют строго одну рабочую операцию. Также следует отметить, что одним из главных приоритетом в работе мелиоративных машин является качество проводимых работ. Территорию Российской Федерации с точки зрения проведения мелиоративных работ с целью улучшения свойств различных грунтов и почв, обычно разделяют на две зоны: зона осушения и зона орошения. Соответственно конструкции базовых машин, рабочего оборудования и самих рабочих органов в определенной степени могут отличаться.

При конструировании рабочих органов мелиоративных машин необходимо стремиться к снижению тяговых сопротивлений, которые будут возникать при их взаимодействии с обрабатываемой средой. Снижение тяговых сопротивлений в данном случае можно рассматривать как целевую функцию процесса резания и копания грунтов и почв. На величину этой целевой функции влияют такие параметры как: глубина копания, категория грунта, влажность обрабатываемой среды, наличие растительности и каменистых включений в грунте, а также форма рабочего органа. Выявление оптимальной формы и конфигурации рабочего органа с наличием криволинейных грунтоотводящих поверхностей во многом способствует снижению тяговых сопротивлений.

Копание грунтов это более энергозатратный процесс по сравнению с резанием грунтов, поскольку копание включает в себя и резание, и наполнение ковша. Снижение бокового трения и трения дна о грунт при работе с рабочими органами ковшового типа, которое достигается ступенчатой конструкцией режущей кромки, оптимизирует целевую функцию. При работе по очистке каналов часто применяется ковшовые рабочие органы с сепарацией боковых стенок, что способствует отводу воды из ковша.

На усилие копания и резания во многом влияют разновидности резания грунтов, которое бывает блокированным, полублокированным и свободным. Наибольшее сопротивление возникает при блокированном резании, свободное резание встречается редко. Установку зубьев на ковшах при проектировании рабочего оборудования роторных траншейных экскаваторов производят в шахматном порядке для достижения

полублокированного резания, что в определенной степени уменьшает тяговые сопротивления и ударные нагрузки.

Усилия копания в настоящее время в общем виде принято определять по формуле Н.Г. Домбровского:

$$F = k_{\text{коп}}bh, \quad (1)$$

где $k_{\text{коп}}$ – удельное сопротивление грунта копанию, Н/см²; b – ширина пласта и h – глубина копания, м. В этой формуле произведение bh – это есть площадь поперечного сечения разрабатываемого пласта. В целом это формула правомерна, на первый взгляд можно определить, что тяговые сопротивления можно снизить, уменьшив лобовую площадь рабочего органа. Однако, горизонтальное расположение рабочего органа при разработке верхнего слоя и вертикальное при разработке на большую глубину с той же рабочей лобовой площадью, вероятно, будут отличаться по величине тяговых сопротивлений. Коэффициент удельного сопротивления копанию, главным образом, зависит от категории грунта и конструкции рабочего органа мелиоративной или строительной машины. Например, для разработки грунтов II категории обратной лопатой он равен 7...16; драглайном – 12...20; стругом – 14...20; цепным рабочим органом поперечного копания – 15...30; роторным траншейным рабочим органом – 12...25; цепным рабочим органом – 21...40 [1].

С другой стороны здесь важно отметить что, рабочий орган, режущая лобовая поверхность которого по форме представляет собой прямоугольную пластину и рабочий орган, имеющий ту же самую площадь лобовой поверхности (при рассмотрении в соответствующей плоскости) но с криволинейной режущей поверхностью будут иметь разные тяговые сопротивления. Оптимизация режущей кромки и криволинейной пластообразующей поверхности во многом позволит улучшить энергетические и мощностные требования к выполнению операций по разработке грунта [2, 3].

Если в формуле 1 левую и правую часть умножить на скорость $v = \frac{l}{t}$ мы получим:

$$F \frac{l}{t} = k_{\text{коп}}bh \frac{l}{t}, \quad (2)$$

где l – длина участка разработки грунта, м; t – время перемещения машины, с.

Выражение в левой части $P = F \frac{l}{t}$ в формуле 2 – это есть мощность, кВт, т.е. работа совершаемая машиной за единицу времени, а в правой части мы имеем $\Pi = k_{\text{коп}}bh \frac{l}{t}$ – производительность, т.е. количество продукции вырабатываемой машиной за единицу времени. В данном выражении, которое применяется при определении производительности машин непрерывного действия, для получения единицы измерения в виде м³/ч добавляют переводной коэффициент 3600. В случаях, когда речь идет о грунтах различной плотности в формулу добавляется γ – объемная масса, т.е. содержание единицы массы в единице объема т/м³.

Для машин периодического (циклического) действия производительность определяется по формуле:

$$\Pi = qn\gamma,$$

где q – расчетное количество продукции, выдаваемой машиной за один цикл работы, м³ или т; n – число циклов работы машины в час; $n = 3600/t_{\text{ц}}$; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла, с. К примеру, продолжительность одного цикла одноковшового экскаватора складывается из продолжительности следующих операций: отрыв грунта от массива, подъем и поворот ковша с грунтом к месту отсыпки, разгрузка ковша и обратный поворот к забою. Для уменьшения продолжительности цикла с целью увеличения производительности некоторые операции могут быть совмещены, такие как подъем и поворот рабочего органа.

В итоге, требуемая мощность для копания грунтов зависит не только от глубины и ширины разрабатываемого пласта, но и от скорости и конструкции рабочего органа [4]. Исходя из этого, выбор двигателя мелиоративной машины, также зависит от тех же параметров. Выбор двигателя зависит не только от параметров рабочего органа, к примеру, если рассматривать работу одно моторного мелиоративного дренажника, то мощность здесь расходуется на передвижение машины в целом при проведении рабочей операции, на копание и подъем грунта цепным рабочим органом, на привод ленточного транспортера для перемещения разработанного грунта в отвал. Мощность определяется с учетом КПД рабочего органа, механизмов его привода систем привода передвижения, транспортирующего органа и других дополнительных устройств. С учетом колебательного характера вращающего момента и действующих усилий мощность двигателя для предварительного расчета принимают с коэффициентом запаса мощности $k_{\text{зап}} = 1,2 \dots 1,4$ [5].

Перспективами развития конструирования рабочих органов мелиоративных и строительных машин могут быть исследования по определению тяговых сопротивлений при копании моделями различных конструкций с оптимальными режущими криволинейными поверхностями с учетом уменьшения сил бокового трения.

1. Строительные машины для механизации мелиоративных работ. Под редакцией. В.В. Суриков, Б.А. Васильев, В.Б. Гантман и др. – М. Агропромиздат, 1991.
2. Абдулмажидов Х.А. Обоснование основных параметров и режимов работы ковшевых каналоочистительных машин для зоны осушения. – Дис. канд. техн. наук. – М.: МГУП, 2000 г.
3. Абдулмажидов Х.А. Совершенствование рабочего оборудования каналоочистителя РР-303. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2011. №2 (47). С.58-60
4. Абдулмажидов Х.А., Матвеев А.С. Комплексное проектирование и прочностные расчеты конструкций машин природообустройства в системе Inventor Pro. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2016. № 2 (72). С. 40-46.
5. Абдулмажидов Х.А., Карапетян М.А. Очистка мелиоративных каналов от наносов, заилений и растительности. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2016. № 5 (75). С. 13-17.

Бондарева Г.И.¹, Орлов Б.Н.²

Физико-математические методы в определении коэффициента полезного действия движителя при движении по переувлажненной почвенной среде

¹ГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н.Костякова «ВНИИГиМ»

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева»
(Россия, Москва)

doi:10.18411/lj-09-2018-91

idsp: 000001:lj-09-2018-91

Аннотация

Математическое моделирование позволяет строго научно обосновывать принятые решения и позволяет сравнивать между собой результаты, полученные с помощью математических моделей. Для этого на первом этапе предусматривалась постановка задачи, формирование целей моделирования как для поиска способов снижения сопротивления переувлажненной почвы при перемещении пневматического колеса, так и для последующего этапа разработки конкретных технических средств для повышения тягово-цепных свойств мелиоративных агрегатов. Широко использованы модели полей скоростей жидких почвенных частиц (выделенных объемов) впереди пневматического колеса и изучено образование гребня волны впереди этого пневматического колеса. Здесь