УДК 625.8

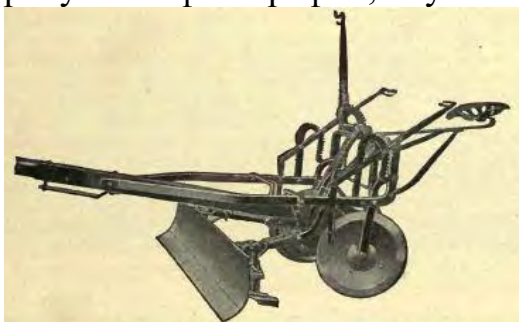
Е. И. Берестов, д-р техн. наук, проф.
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Проведен анализ конструкций и типов рабочих органов машин для земляных работ в зависимости от их назначения. Выявлены направления совершенствования рабочего оборудования на основе современных научных подходов. Предложены направления для развития рабочего оборудования машин для земляных работ на основе анализа отечественной и зарубежной техники.

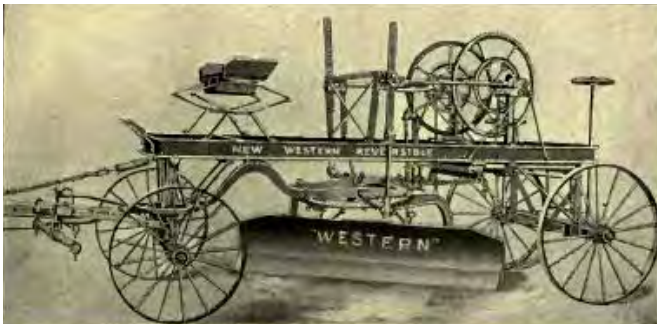
Высокая энергоемкость земляных работ, их большой годовой объем, не имеющий тенденции к снижению, диктуют необходимость дальнейшего совершенствования как конструкций землеройных машин в целом, так и решения многих других проблем, связанных с их эксплуатацией, обучением обслуживающего персонала и т. д. Не последнее место в этом ряду занимает поиск новых конструктивных решений и принципов воздействия на разрабатываемую среду, позволяющих сдвинуть с мертвой точки вопрос совершенствования параметров рабочих органов машин для земляных работ.

Что бы в этом убедиться, достаточно рассмотреть приведенные ниже рисунки и фотографии, опубликованные еще в 1905 г.



Бульдозер

Скрепер

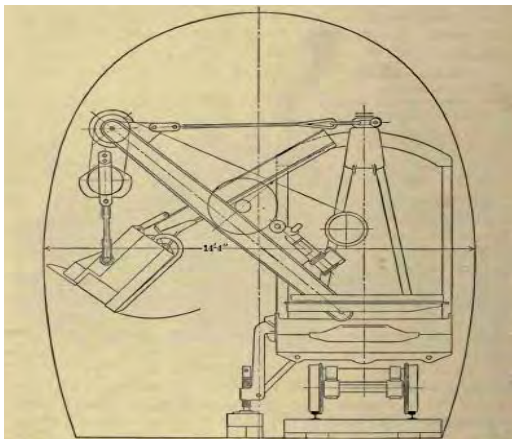


Первые автогрейдеры (устройство и работа)

ЭТЦ и ЭТР

Грейдер-элеваторы (устройство и работа)

Прямая и обратная лопаты



Экскаватор для подземных работ

За истекшее столетие с лишним подверглись изменению практически все элементы машин (тяговые устройства, движители, двигатели, привод, кабины), кроме рабочих органов. Отсюда напрашиваются, по крайней мере, два существенных вывода:

– первые же рабочие органы были сконструированы настолько совершенно, что за целое столетие они претерпели незначительные изменения, вызванные в основном появлением новых технологий их изготовления;

– за истекшее столетие геометрические параметры рабочих органов должны быть доведены до совершенства.

Но тогда возникает вопрос. А есть ли перспективы поиска новых и совершенствования типовых конструкций рабочих органов? Конечно, есть. Как работают наши машины, рассмотрим на примере бульдозера. Этот трудяга наших строек изо всех сил упирается гусеницами в грунт только лишь для того, чтобы навешенным на него отвалом преодолеть предел прочности грунта. Но ведь даже ушедший в прошлое землекоп копал грунт с меньшими затратами энергии!

Безусловно, поиск принципиально новых рабочих органов можно и нужно осуществлять эвристическими методами. Однако столетний опыт эксплуатации машин скорее добавляет пессимизма, чем оптимизма, при попытке использовании таких методов на практике.

Но такую работу можно осуществлять на основе *методологий, базирующихся на аналитическом аппарате, идентификационном исследуемому процессу, аппарате, обеспечивающем возможность расчета всех параметров, доступных инструментальному контролю.*

При наличии таких методологий становится возможным уже на стадии проектирования оценить перспективы использования новых технологий разработки грунта или новых технических решений, обеспечивающих использование этих технологий при производстве земляных работ, а также совершенствовать традиционные рабочие органы машин для земляных работ. Такой подход позволит исключить непроизводительные затраты при освоении новой техники, обеспечит требуемое ее качество и, что самое важное, позволит оптимизировать проектирование рабочего оборудования, не предъявляя особо высоких требований к научному уровню квалификации конструкторов.

На кафедре СДПТМиО ведутся работы в этом направлении. Обеспечение оценки взаимодействия рабочих органов как старого, так и нового типа с грунтом, становится возможным на основе следующей научной гипотезы – замене внешних и внутренних воздействий на грунт эквивалентными им граничными значениями параметров на соответствующих поверхностях и площадках скольжения.

Для реализации изложенной методологии разработаны схемы резания и копания грунта типовыми рабочими органами, обеспечивающие расчет как силовых, так и геометрических параметров исследуемого процесса, а также обобщенная схема взаимодействия ножа с грунтом, пригодная для этих рабочих органов [1]. Схемы позволяют учесть влияние на процесс разработки грунта геометрических параметров рабочего органа, физико-механических свойств грунта и параметров, характеризующих режим ра-

боты, и обеспечивают возможность расчета практически всех параметров, доступных инструментальному контролю.

При расчетах обеспечивается последовательный переход от схемы, присущей исследуемому рабочему органу к обобщенной схеме, в которой взаимодействие грунта с рабочим органом имитируется силовыми факторами, каждый из которых отражает определенную группу факторов, влияющих на исследуемый процесс.

Появление прогностических свойств обусловлено не только учетом главных факторов, но и возможностью учета в обобщенной схеме каждого фактора, присущего исследуемому рабочему органу, или их группы независимо от остальных. Такая методология позволяет выбрать генеральную линию совершенствования технологии и оборудования для разработки грунта, а также осуществлять оценку и перспективы использования рабочих органов, как нового типа, так и традиционных.

Вторым перспективным направлением, развиваемым на кафедре, является разработка методологии расчета, рассматривающей взаимодействие всей машины (на примере гусеничного бульдозера) с грунтом [2]. Это новое направление позволяет поставить следующий вопрос. А соответствуют ли, собственно говоря, параметры трактора тем требованиям, которые предъявляет технология выполнения бульдозерных работ, и нагрузкам, возникающим при копании. До настоящего времени бульдозерное оборудование проектируется применительно к определенному типу трактора. А ведь и параметры трактора должны быть приспособлены к выполняемым бульдозером работам.

Отсюда вытекает и одна из проблем развития отечественного машиностроения – приспособленность гусеничных и колесных тракторов общего назначения для работы в качестве тягачей машин для земляных работ. Необходимо выработать рекомендации, обеспечивающие адаптацию некоторых параметров тракторов, предназначенных для работы с землеройным оборудованием (например, жесткость подвески применительно к бульдозеру) к рабочим органам.

Строго говоря, совершенствование типовых машин возможно лишь при таком подходе к делу, с одной стороны, а с другой – с учетом тех условий, где будет работать машина. Предприятия, выпускающие машины, если они хотят создания действительно конкурентоспособной машины, должны разрабатывать не только их типоразмерные ряды, но и *в каждом классе типоразмерного ряда выпускать машины и их рабочие органы, приспособленные к тем условиям, где она будет работать.*

Конечно, адаптация рабочих органов применительно к разрабатываемому грунту, как и серийных машин, является достаточно сложной задачей и требует значительных интеллектуальных усилий. И не все предприятия республики имеют высокопрофессиональных конструкторов для этой цели. Поэтому эта работа должна вестись для машин, достаточно успешно

освоенных отечественной промышленностью, и имеющих свой рынок сбыта. *В противном случае, если это не будет принципиально новым рабочим органом, лучше купить необходимую машину, чем вкладывать в ее разработку и освоение выпуска огромные средства.*

Перед отечественным машиностроением, занятым выпуском машин для земляных работ, стоит ряд нерешенных проблем. Рассмотрим некоторые из них.

Отставание в области силового оборудования. Это касается и двигателей внутреннего сгорания, и гидравлического оборудования, и пневмокомпрессоров. И если компрессоростроение благодаря усилиям ЗАО «Ремеза» г. Рогачева за последнее 10-летие вышло на мировой уровень по освоенной номенклатуре и давлению, развиваемому компрессорами (8–40 bar), то остальное оборудование значительно уступает зарубежному.

Отставание в области минитехники. До настоящего времени при работе на мелких объектах рытье траншей осуществляется в лучшем случае экскаваторами на базе тракторов МТЗ. За рубежом для этой цели используются миниэкскаваторы. Машинист садится на эти экскаваторы как на обычный стул. Тем не менее, они копают грунт ниже зоны промерзания даже для условий нашей республики. Широко используются другие минимашины. Это и кабелеукладчики, и подъемники для работ на стенах зданий и много других машин. Только представьте – там, где у нас используются машины на базе грузовиков с подъемниками для покраски стен, за рубежом используются прицепные к обычной, даже легковой машине, подъемники, двигатель которых имеет мощность, обычно не превышающую 6 кВт, а то и вообще может использоваться электродвигатель, подключаемый к электросети дома. Вот где можно экономить.

Использование сталей невысокого качества. Достаточно посмотреть хотя бы на штоки гидроцилиндров зарубежных машин, чтобы убедиться в этом. Другой пример – стали, из которых изготавливают ножи землеройно-транспортных машин. За рубежом для этой цели используются высоколегированные стали, с последующей качественной термообработкой, либо упрочнением режущей части твёрдыми сплавами. У нас ножи изготавливают обычно из недорогой стали типа 65Г с термообработкой передней поверхности. Такой подход получил широкое распространение на отечественных заводах-изготовителях рабочих органов. Рабочие органы получаются дешевыми и имеют невысокий ресурс, что приводит к их частой замене, обычно из подсобных материалов, что еще хуже. Использование сталей невысокого качества приводит к утяжелению машин, а, следовательно, к снижению их скорости передвижения и производительности.

Невысокая специализация производства. Зарубежный опыт показывает, что наибольшего успеха в повышении качества изделий добиваются специализированные предприятия, занимающиеся выпуском продукции одного типа. При выпуске машин высокой сложности широко используют-

ся поставки деталей, узлов и агрегатов, выпускаемых на специализированных предприятиях. Даже отечественный опыт подтверждает это положение. Действительно, предприятию, самостоятельно занимающимся выпуском большинства узлов и деталей машины (например, пружины, гидроцилиндры, и даже крепеж), трудно обеспечить их высокое качество. А с другой стороны, затраты на производство таких узлов и деталей будет значительно выше, чем у специализированных предприятий.

Подготовка узкоспециализированных кадров. Высшее образование на постсоветском пространстве выпускает специалистов широкого профиля. Такие специалисты нужны для производства, но их уровень явно недостаточен для высококвалифицированной работы конструктора. И пока конструктор приобретет соответствующий опыт, проходят целые десятилетия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Берестов, Е. И.** Научно-технические принципы разработки рабочего оборудования для землеройных машин / Е. И. Берестов, А. П. Смоляр // Интерстроймех-2006 : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – М., 2006. – С. 53–55.

2. **Лесковец, И. В.** Методика определения параметров больших и малых сдвигов при копании грунта отвальным рабочим органом / И. В. Лесковец, Е. И. Берестов // Строительная наука и техника. – 2009. – № 1. – С. 86–91.