

# ПРОИЗВОДСТВО И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ, МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

В.О. Егорушкин

*Сибирский федеральный университет*

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В период 2008 – 2010 годов нами были выполнены работы по авторскому и техническому надзору при строительстве и реконструкции трех участков автомобильных дорог. Территориально один участок (автомобильная дорога Абакан – Саяногорск) расположен на пересеченном участке местности в степной зоне (сухие места по классификации СНиП). Два других участка (автомобильная дорога Абакан – Большой Ортон – Таштагол) находились на значительном удалении от первого (порядка двухсот километров) и расположены в горной местности с избыточным увлажнением. Работы на участках выполнялись различными дорожными организациями, но заказчик работ был один и тот же.

Обращает на себя внимание очень слабое планирование работ. Перед началом работ разрабатывались проекты производства работ (ППР), однако при детальном рассмотрении была выявлена их поверхностность. Не определялись такие показатели, как общее количество рабочих смен за сезон, требуемая минимальная выработка отряда, потребность в рабочей силе, механизмах, состав отряда машин и проч. Как результат – формализованный линейный календарный график, построенный по укрупненным показателям.

Понятно, что в таких условиях не приходится говорить ни о планировании либо сокращении сроков производства работ, ни об экономии материальных либо людских ресурсов. Сетевое планирование не применялось вообще.

Проект организации строительства (ПОС) не разрабатывался.

Протяженность участков составляла в степной зоне 5 км, двух других – соответственно 6 и 7 км.

Производство работ по первому участку было распределено на три различные дорожные подразделения, по второму – на пять, по третьему участку работы проводила одна организация. Это дало возможность обеспечить некоторую финансовую поддержку дорожников в тяжелых экономических условиях и, в определенной степени, сократить сроки выполнения работ за счет привлечения большого количества ресурсов.

Не последней причиной выбора такого способа производства работ было то, что в регионе нет дорожной организации соответствующей мощности, способной выполнить работы своими силами.

С другой стороны, такая организация производства работ привела к усложнению производственных отношений между подразделениями, с генподрядчиком и заказчиком. Две организации, имевшее на тот момент лучшее финансовое положение, в итоге сняли часть техники с участков, оказались аутсайдерами и тормозили общее производство работ.

В первых двух случаях работы по возведению земляного полотна проводились участково-параллельным способом, в третьем – комбинированным (поточным и непоточным).

Техника, использовавшаяся при производстве работ, была старой, и, зачастую, имела недостаточную мощность. Инженерно-технические работники в ряде случаев демонстрировали откровенно слабые профессиональные знания. Сложилось устойчивое впечатление, что производители работ не всегда понимали, что делают. Ошибки при принятии решений были налицо – чего стоит транспортировка в отвал и обратно к месту производства работ 100 000 м<sup>3</sup> грунта!

В дорожных организациях на протяжении многих лет не выполнялись работы по возведению земляного полотна, устройству искусственных сооружений, планировке откосов, возведению дорожной одежды, отсыпке обочин и т.п. Поэтому такое положение вещей не удивляет.

Недостаточный уровень оплаты труда и тяжелые бытовые условия при работе вахтовым методом либо в командировке способствуют текучести кадров и, конечно, снижению качества строительства.

Верхние слои покрытия на первом участке (усовершенствованного типа, двухслойный асфальтобетона) укладывались участково-поточным способом. На двух других участках (переходного типа) – поточным.

Много усилий было приложено со стороны технического надзора. Надзор находился на участке строительства еженедельно по 2 – 4 дня. Выезды лабораторного контроля качества были реже – один раз в неделю, авторский надзор – по графику 2 раза в месяц. Совместными усилиями всех организаций участки дорог бы сданы с хорошими показателями.

При проведении анализа организации работ были выявлены большие возможности по сокращению сроков строительства и снижению его стоимостных показателей. При правильном выборе сменных объемов работ и обоснованных величинах сменных захваток есть возможность снижения простоев техники, ее лишних перебазирований, повторного выполнения одних и тех же работ и т.п.

Р.Т. Емельянов, Т.Н. Поляков, С.Н. Шилкин

*Сибирский федеральный университет*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УСТАНОВКИ УГЛА АТАКИ АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА

Ровность дорожного полотна зависит от взаимодействия элементов укладчика: двух шарнирных точек (слева и справа укладчика) крепления тяговых брусьев на раме ходовой части, двух самих тяговых брусьев (лонжеронов), выглаживающей плиты, регулятора толщины слоя и механизма уплотнения (трамбуемый брус и вибратор самой плиты), (рис. 1).

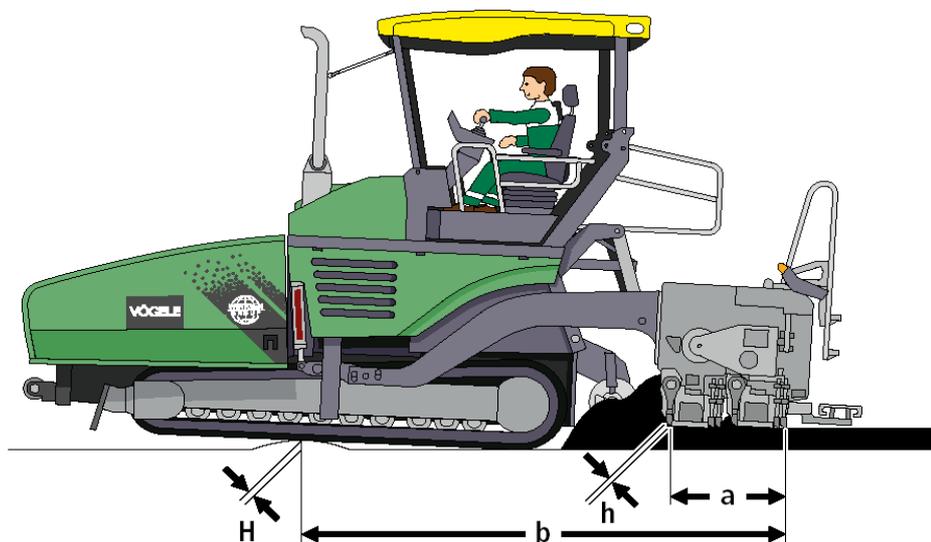


Рис. 1. Схема асфальтоукладчика

При движении по подстилающей поверхности ходовая часть укладчика буксирует выглаживающую плиту за тяговые брусья, причем на пути ходовой части могут встречаться как впадины, или углубления, так и выступы или бугры. Толщину покрытия устанавливают на старте укладчика с помощью подкладок заданного размера, укладываемых под подошву выглаживающей плиты, и небольшого (2–3 гр.) угла атаки ( $\alpha$ ) между гори-

горизонтальной плоскостью продольных осей тяговых брусков (лонжеронов) и плоскостью подошвы плиты.

Угол атаки призван поддерживать толщину укладываемого слоя в заданных размерах и на серийных машинах устанавливается вручную с помощью регулировочных винтов. Изменение угла атаки винтами вызывает свободное вертикальное перемещение плиты вверх и вниз, обеспечивая, таким образом, регулирование толщины укладываемого слоя.

Однако если у основания дороги различная плотность угол атаки необходимо изменять при движении укладчика. Установка требуемого угла атаки выравнивающей плиты приведена на рис. 2.

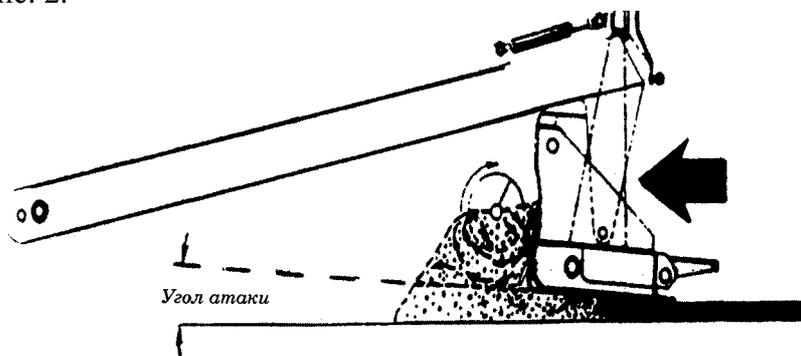


Рис. 2. Установка требуемого угла атаки выравнивающей плиты

Угол атаки определяется в зависимости от величины возвышения выравнивающей плиты и ее длиной и определяется по зависимости (1)

$$h = \frac{H \cdot a}{b}, \quad (1)$$

где  $h$  - высота после компенсации;  $H$  - высота волны на поверхности;  $a$  - ширина выравнивающей плиты;  $b$  - длина несущего рычага + ширина рабочего органа

На рис. 3 приведена зависимость высоты неровности дорожного основания от перемещения асфальтоукладчика. При длине перемещения 14 м зависимость высоты неровности имеет криволинейный вид. При увеличении длины перемещения асфальтоукладчика зависимость переходит в прямолинейную. Это выражение определило возможность создания автоматического изменения угла атаки выравнивающей плиты, и стабилизацию плотности асфальтобетонной смеси.

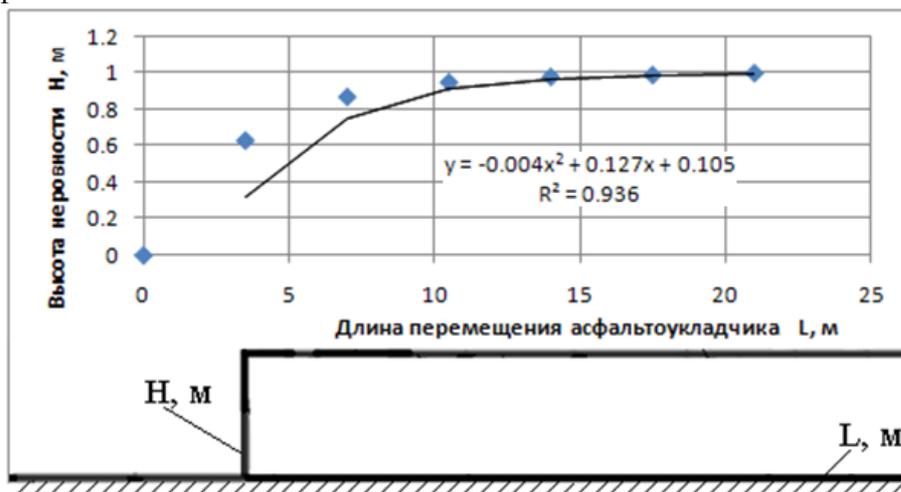


Рис. 3. Зависимость высоты неровности дорожного основания от перемещения асфальтоукладчика

#### Библиографический список

- 1) Прокопьев А.П.; Емельянов Р.Т. Комплексная автоматизация технологических процессов устройства дорожных покрытий /Монография. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. – 152 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЯ ПОД БЕТОННЫЕ МОНОЛИТНЫЕ ПРОФИЛИ

Для устройства водоотводных каналов, разделительных стенок и бортов в виде монолитных профилей уже давно хорошо зарекомендовали себя компактные бетоноукладчики со скользящими формами. Монолитных – значит, представляющих собой одно целое, связанное в единую конструкцию и не имеющее швов.

Бетонные профили должны укладываться, как правило, на твердое или уплотненное основание. Им может быть укрепленный материнский грунт или слой щебня, возможно, с дополнительным морозозащитным слоем. Но в зависимости от условий заказа и назначения профиля для него может использоваться также гидравлически связанное основание. В большинстве случаев для устройства борта, водостока или дорожки в качестве основания может предусматриваться укрепленный материнский грунт или щебеночный слой. Для разделительных стенок преимущество отдается специальному слою основания (таблица).

Таблица

Виды оснований

Основание	Борта и водостоки	Велосипедные дорожки, полосы	Разделительные стенки
Рыхлое, неукрепленное	условно пригодно	условно пригодно	условно пригодно
Укрепленный грунт	хорошо пригодно в зависимости от нагрузки	хорошо пригодно в зависимости от нагрузки	не пригодно
Щебень	хорошо пригодно в зависимости от нагрузки	хорошо пригодно в зависимости от нагрузки	не пригодно
Асфальтобетон	пригодно	пригодно	пригодно
Цементобетон или гидравлически укрепленный слой	хорошо пригодно	хорошо пригодно	хорошо пригодно

Правильно выбранный вид оснований обеспечивает непрерывность подачи гомогенной цементобетонной смеси в скользящую форму. Это является основным условием устройства качественного монолитного профиля. При неровностях основания на скользящей форме бетоноукладчика закрепляются боковые плиты с гидроприводом. Они компенсируют эти неровности и предотвращают нежелательный выход бетона из-под формы. Перед окончательным формованием бетонного профиля в подошве формы производится финишная обработка его поверхности. Готовый бетонный профиль, уложенный с помощью скользящей формы, отличается стабильностью, точностью геометрии, отсутствием швов, хорошим внешним видом и удобством ухода за ним.

### Библиографический список

1. Емельянов Р.Т Автоматизация процесса уплотнения асфальтоукладчика/ Р.Т Емельянов, А.П. Прокопьев / Известия вузов, Строительство, 2004. №7 С. 53-57

## ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМОВАНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ МЕТОДОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КАССЕТЫ

В настоящее время применяется два способа вибрационного формования арболита: горизонтальный и вертикальный. Процессы горизонтального формования осуществляются

с помощью ручных механизированных инструментов (пневмотрамбовок, штыковок и других), а также с применением машин (виброплощадок, формовочных установок, прокатных станков и т.д.). При вертикальном способе формования арболита применяется установка в виде конвейерной системы с движением форм через бункер с арболитовой смесью сверху вниз (рисунок). При движении через строительную смесь кассета преодолевает сопротивление смеси, которое уменьшается под воздействием вибрационной среды, создаваемой вибратором установки.

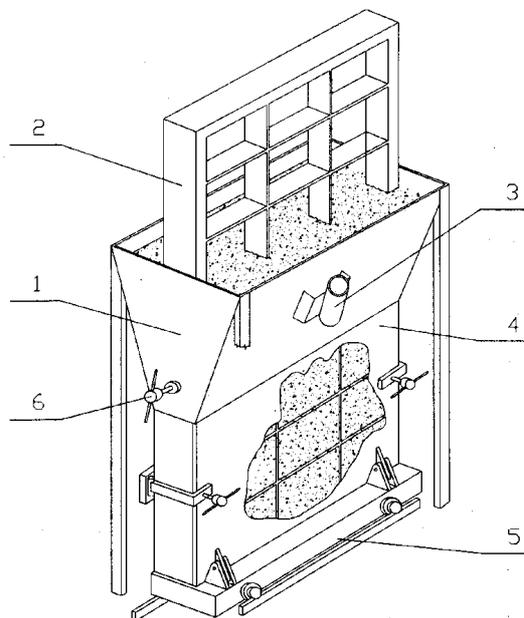


Рис. 1. Установка вертикального формования

Установка состоит из бункера 1 с рабочей кассетой 2. На стенке бункера закреплен вибратор 3. Рама выполнена с откидной стенкой 4 и выкатной тележкой 5. Колебания дебалансов вибратора передаются на раму грузоподъемника через виброгасители, а также на рабочую кассету 2 путем волнового воздействия через шихту. Относительно бункера рабочая кассета крепится пальцами 6.

Работа установки заключается в следующем. Форма устанавливается в бункер по направляющим и под действием собственного веса заглубляется в строительную смесь. Для заполнения формы арболитовой смесью включается вибратор. Колебания от вибратора через стенку бункера передаются на строительную смесь, последняя заполняет форму и уплотняется под действием вибрационных сил, передающихся от вибратора. В результате вся установка приводится в колебательное движение и представляет собой динамическую систему в виде двухмассовой схемы с вынужденными колебаниями. Колебания от вибратора, установленного на бункере, передаются через стенку бункера на строительную смесь, последняя заполняет кассету. Частицы строительной смеси приводятся в движение относительно друг друга, развивая значительные скорости относительно своих центров масс. Колебания бункера через виброгасители передаются на раму грузоподъемника.

Заполнение кассеты строительной смесью идет в режиме виброэкструзии. Механизм виброуплотнения можно представить состоящим из нескольких этапов:

- доведение цементного теста до псевдосжиженного состояния;
- проскальзывание частиц под давлением собственного веса и веса вышележащих слоев смеси;
- плотная упаковка частиц и полное заполнение пустот цементным тестом.

С некоторым приближением можно считать, что при постоянной амплитуде колебаний вибровозбудителя силы вязкого сопротивления цементного теста растут пропорционально скорости, т.е. пропорционально частоте колебаний, а инерционные силы увеличи-

ваются пропорционально квадрату частоты колебаний. Таким образом, абсолютные перемещения более мелких частиц уменьшаются с увеличением частоты колебаний, а это в совокупности с фазовыми сдвигами приводит к росту их проскальзывания относительно окружающей среды. Этим объясняется целесообразность повышения частоты колебаний при формировании смесей с мелким заполнителем. При уменьшении силы сцепления частиц при вибрировании их силы тяжести оказываются достаточными для преодоления сил трения, т. е. происходит уменьшение кажущегося коэффициента трения.

Дальнейшее вибрирование должно нарушать достигнутое равновесие вследствие стекания цементного теста на дно формы, всплывания древесных частиц и разрыхления уплотненной массы. Таким образом, на первой стадии вибрирования, когда в смеси еще остаются незаполненные полости и цементное тесто не представляет единого слоя жидкости, виброуплотнение арболитовой смеси может полностью соответствовать модели виброуплотнения тяжелой бетонной смеси. Разница будет заключаться лишь в необходимости более мощного вибрационного воздействия для преодоления значительных сил внутреннего трения арболитовой смеси.

Последняя особенность должна обуславливать предпочтительность вертикального формирования ограждающих конструкций из арболита или использование пригрузов при горизонтальном формировании.

#### **Библиографический список**

1. Емельянов Р.Т. Динамика виброформования. Красноярск: КрасГАСА, 2001.–102 с.

**П.А. Постоев, Т.Н. Поляков, С.Н. Шилкин**

*Сибирский федеральный университет*

### **БЕТОНУКЛАДЧИК СО СКОЛЬЗЯЩИМИ ФОРМАМИ SP 150**

Бетонукладчик со скользящими формами SP 150 фирмы Wirtgen пригоден для устройства небольших монолитных профилей, таких как бортовой камень или водостоки. С его помощью возможно также устройство больших профилей и укладка узких бетонных полос. Эта машина легко транспортируется благодаря ее компактной конструкции (рис. 1).



**Рис. 1. Бетонукладчик со скользящими формами SP 150**

ширина укладки \* до 1,5 м (при укладке между тележками); максимальная высота укладки 1000 мм (с боковой формой); мощность двигателя 60 кВт / 82 л.с.; рабочая масса \*\* 8,8 – 11,1 т; число гусеничных тележек 3; трансмиссия, ходовая часть гидравлическая, гусеничные тележки

Бетонукладчики со скользящими формами Wirtgen имеют модульную конструкцию. Это, а также возможность легко изменять положение гусеничных тележек, место навешивания скользящей формы и расположение агрегатов питателя, позволяет быстро переоборудовать их в соответствии с изменяющимися условиями работы. Эти машины могут быть

установлены на трех или четырех гусеничных тележках. Для устройства небольших монолитных профилей достаточно трех тележек. Передние тележки (тележка) могут быть связаны с шасси жестко или закреплены на поворотных консолях, которые дают возможность смещать их влево или вправо. В некоторых исполнениях – с дополнительной подвеской, смонтированной на передней части шасси и смещаемой в поперечном направлении, – число вариантов расположения тележек еще более увеличивается. Все это позволяет гарантировать устойчивость машины при любых условиях на месте работы. Кроме того, передние тележки при необходимости можно втянуть внутрь, в пределы бокового габарита машины. Для повышения устойчивости укладчика и увеличения ширины укладываемой полосы на некоторых моделях гусеничные тележки могут крепиться также на телескопируемых консолях.

Скользящая форма может монтироваться на левой или на правой стороне машины. С помощью телескопируемой подвески ее можно позиционировать на меньшем или большем расстоянии от шасси. Кроме того, подвеску можно смещать в поперечном направлении и по высоте. Изменение высоты подвески делает возможным монтаж различных по высоте боковых форм, что позволяет также обходить препятствия или уже уложенные бетонные профили.

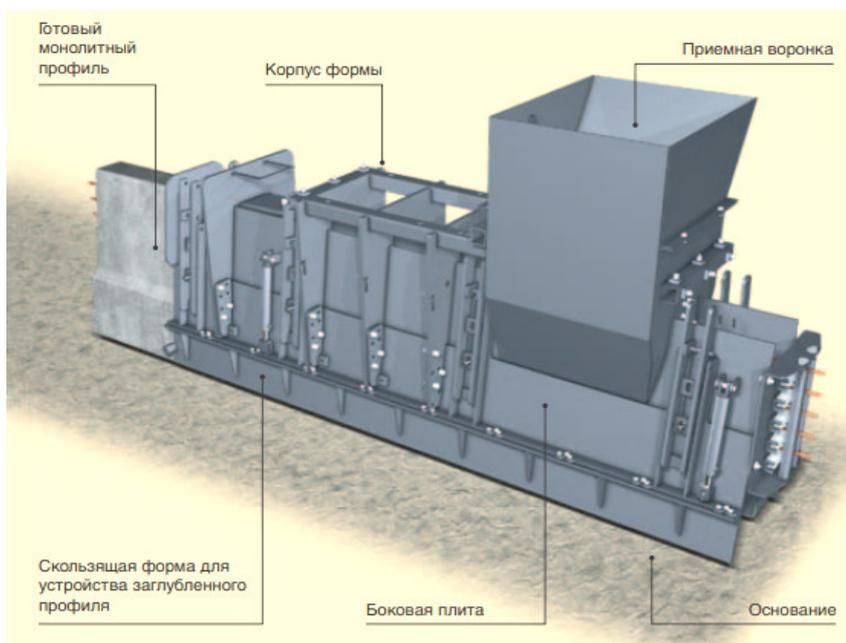


Рис. 2. Скользящая форма бетоноукладчика

Питатель, в качестве которого может быть ленточный или винтовой конвейер, может закрепляться на машине в различных точках. Так как он может поворачиваться, смещаться в продольном направлении и наклоняться по высоте, всегда имеется возможность подавать бетон непосредственно в форму, независимо от того, расположена ли она сбоку, под машиной или на телескопической подвеске.

#### Библиографический список

1. Емельянов Р.Т. Исследование процесса вибрационного формования в технологиях инженерного обустройства автомобильных дорог/ А.П. Прокопьев, Е.С. Турышева, Постоев П.А. Строительные и дорожные машины. – 2010. – № 10. – С. 44-48.
2. Постоев П. А. Моделирование элементов строительной технологии при изготовлении дорожных ограждений/ Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. Молодая мысль: наука, технологии, инновации. Братск. 2010. с. 89-92

## ДИСКОВЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН БЕТОНООТДЕЛОЧНОЙ МАШИНЫ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЕМ

Производство железобетонных изделий для жилищного, промышленного, индивидуального и других видов строительства неотъемлемо связано с отделкой поверхности этих изделий. В связи с этим существует целый ряд требований, предъявляемых к поверхностям изделий, изготовленных из железобетона, которые впоследствии будут подвергаться окрашиванию, оклейке обоями, линолеумом и т.п. После изготовления железобетонных изделий трудоемкие штукатурные и другие отделочные работы по ним должны быть сведены к минимуму.

Для обработки бетонных поверхностей с целью получения требуемой шероховатости используются заглаживающие машины с рабочими органами в виде бруса, вала, диска, ленты или их комбинации. Область применения машин зависит от состава бетонных смесей, требуемого качества поверхности, производительности работ, а также технологии производства на данном предприятии.

Разработке конструкций и исследованию рабочих процессов вышеперечисленных рабочих органов посвящены труды А.В. Болотного, А.И. Батулова, Я. Райчыка, Фарах Аши Фараха, В.А. Тура, Во Куанг Зиема, Л.А. Мамаева, М.А. Лазарева, А.Г. Подоприторы, С.А. Рысс-Березарка, А.А. Кононова и др.

Дисковый рабочий орган заглаживающей машины является наиболее распространенным в различных областях строительства и имеет ряд преимуществ: ввиду большой заглаживающей способности обрабатывает поверхности изделий, отформованные из всех видов строительных материалов, до высокого класса шероховатости ( $4Ш - RP=0,3 \text{ } 0,6 \text{ мм}$ ); имеет возможность обработки изделий сложной конфигурации в плане с выходом на поверхности закладных и монтажных деталей; имеет простую конструкцию и удобен в эксплуатации.

Большинство машин с дисковыми рабочими органами производят заглаживание без применения вибрации или же с применением вибрационного воздействия, но преимущественно с горизонтально направленными колебаниями. Отсутствие дисковых заглаживающих машин с вертикально направленными колебаниями определило направление исследований: изучение влияния вертикальных вибраций на процессы, происходящие в поверхностном слое бетонной смеси, и разработка научно обоснованных методов для проектирования таких рабочих органов. Использование вибрационного воздействия приведет к повышению прочности поверхностного слоя бетона, процесс заглаживания будет проходить интенсивней, и, как следствие, поверхность изготавливаемых изделий получит улучшенные физико-механические характеристики.

Создание высокоэффективных вибрационных дисковых заглаживающих машин, позволяющих повысить качество поверхностей железобетонных изделий, снизить затраты на строительство и увеличить срок его службы, является важной и актуальной задачей.

Известны различные вибрационные заглаживающие машины для обработки незатвердевших бетонных поверхностей сборных железобетонных изделий. Недостатком этих машин является отсутствие возможности регулирования частоты и амплитуды колебаний рабочего органа. На рис. 1 представлен дисковый вибрационный рабочий орган с возможностью регулирования частоты и амплитуды вибраций.

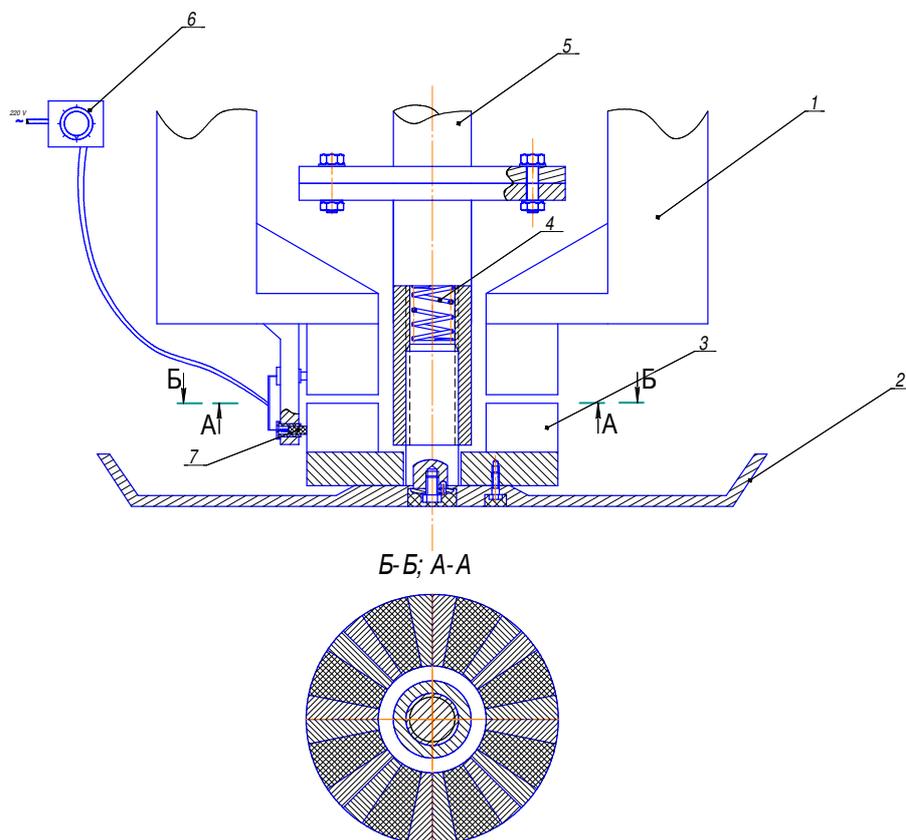


Рис. 1. Дисковый вибрационный рабочий орган

Дисковый вибрационный орган состоит из корпуса 1, приводного вала 5, состоящий из двух частей, подвижно закрепленных между собой шлицами, плавность хода обеспечивается пружиной 4. На дисковом органе 2 и на корпусе 1 неподвижно закреплены электромагниты 3, скользящие контакты 7, реостат 6.

Дисковый вибрационный рабочий орган работает следующим образом. Через приводной вал 5 на рабочий орган 2 подается крутящий момент от электродвигателя. За счет взаимодействия электромагнитов 3, вследствие вращения одного из них изменяется полярность между ними и на рабочий орган передаются колебания определенной амплитуды и частоты. Амплитуду и частоту колебаний можно регулировать с помощью реостата 6, электропитание от которого подводится к электромагнитам через скользящие контакты 7.

При таком воздействии рабочего органа на обрабатываемую поверхность происходит передача энергии колебаний ниже лежащим слоям бетонной смеси, при этом связи между частицами нарушаются, снижается сопротивление их сдвига. Жесткая заглаживаемая поверхность приобретает подвижность, а зерна заполнителя и цемента получают возможность занять более устойчивое пространственное взаиморасположение, этим достигается плотная упаковка зерен заполнителя. Одновременно с этим из бетонной смеси отжимается некоторое количество воды.

Преимуществом такой конструкции является высокое качество обработки жестких бетонных смесей, получение высокопрочного поверхностного слоя, наименьшая шероховатость, долговечность заглаживающего диска за счет снижения трения между им и бетонной смесью и низкая энергоемкость.

#### Библиографический список

1. Болотный А.В. Заглаживание бетонных поверхностей – Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1979. – 128 с.
2. Гордон, А.В. Электромагниты переменного тока. / А.В. Гордон, А.Г. Сивынская. – М.: Энергия, 1968. – 200 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВИБРОКИПАЮЩЕГО СЛОЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА ПРИ ПОМОЩИ РЕОМЕТРА

Применение виброкипящего слоя для организации многочисленных отличающихся друг от друга процессов, а также зависимость свойств его от гранулометрического состава материала, высоты слоя, размеров и конструкции аппаратов, параметров вибрации и прочее затрудняют непосредственное использование накопленных результатов исследований в смежных областях сферы производства. Представляет определенные трудности и многообразие методов экспериментальных исследований, не позволяющих (количественно) сопоставить результаты исследований разных авторов.

При организации процесса приготовления асфальтобетонных и битумоминеральных смесей, в частности, на стадии перемешивания сухих компонентов представляют интерес зависимости показателей подвижности частиц материала, разрыхления его структуры от режимов вибрирования и некоторых других факторов. Из работ Д.Д. Баркана, В.П. Баторшина, И.И. Блехмана и Г.Ю. Джанелидзе, М.П. Зубанова, Г.И. Покровского, И.А. Савченко, Н.Я. Хархуты, и других авторов следует, что степень подвижности сыпучих материалов, находящихся под воздействием вибрации, может быть охарактеризована реологическими величинами, например, удельным сопротивлением асфальтобетонной смеси или величиной эффективной вязкости.

При исследовании реологических характеристик вибрируемых смесей нашли широкое применение реометры. В соответствии с многочисленными работами асфальтобетонные смеси принято аппроксимировать известным реологическим уравнением Бингама-Шведова:

$$\tau - \tau_y = \mu_p \dot{\gamma}; \tau > \tau_y, \quad (1)$$

где  $\tau$  – напряжение сдвига, Па;  $\mu_p$  – динамическая вязкость,  $\frac{H \cdot c}{M^2}$ ;  $\tau_y$  – предельное напряжение сдвига (в общепринятом виде обозначается  $\tau_0$ ), Па;  $\dot{\gamma}$  – скорость сдвига,  $c^{-1}$ .

Однако из-за отсутствия прямой зависимости основных технических характеристик асфальтобетоносмесителя с параметрами, входящими в уравнение (1), а так же ввиду достаточной сложности определения динамической вязкости  $\mu$  и предельного напряжения сдвига  $\tau_0$  (как основных постоянных параметров, характеризующих асфальтобетонную смесь) было выявлено, что наиболее приемлемым параметром для настоящих исследований является удельное сопротивление асфальтобетонной смеси.

Наиболее удобным для нахождения значений удельного сопротивления асфальтобетонной смеси  $p$  будет использовать известную зависимость К.М. Королева по расчету мощности на валу ротора для роторных смесителей:

$$N = p \cdot \omega_0 \cdot \sum_{i=1}^n F_i \cdot R_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \cos \beta_i, \quad (2)$$

где  $p$  – удельное сопротивление бетонной смеси, Па;  $\omega_0$  – угловая скорость вращения ротора,  $c^{-1}$ ;  $F_i$  – площадь  $i$ -ой лопасти,  $m^2$ ;  $R_i$  – радиус вращения  $i$ -ой лопасти относительно оси вращения ротора (расстояние от геометрического центра лопасти до оси вращения ротора), м;  $\alpha_i$  – угол наклона  $i$ -той лопасти в горизонтальной плоскости, град;  $\beta_i$  – угол наклона  $i$ -той лопасти в вертикальной плоскости, град.

Основными преимуществами использования удельного сопротивления  $p$  асфальтобетонной смеси в качестве основного реологического параметра являются: учет реологических свойств асфальтобетонной смеси, зависящие как от динамической вязкости  $\mu$ , так и от предельного напряжения сдвига  $\tau_0$ , описываемых уравнением Бингама-Шведова (1); простота и удобство измерений значений удельного сопротивления бетонной смеси  $p$ ; простота конструкции прибора (реометра) для измерений удельного сопротивления бетонной смеси  $p$ .

На основании изложенного в Братском государственном университете на кафедре Подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования был создан реометр, состоящий из вала, выполненного в виде ротора с четырьмя лопастями, с приводом вращения от электродвигателя постоянного тока со встроенным тахометром (рисунок 1).

Электропитание электродвигателя и непосредственный контроль над частотой вращения вала реометра были реализованы на примере компьютерной системной платы Gigabyte GA-7VT600(-L). Непосредственный мониторинг частоты вращения вала реометра осуществлялся через базовую систему ввода вывода системной платы – BIOS.

Показатели крутящих моментов определялись по значениям затрачиваемой электрической мощности. Выражение удельного сопротивления  $p$  асфальтобетонной смеси через затрачиваемую электрическую мощность и угловую скорость можно представить как:

$$p = \frac{M_{кр}}{\sum_{i=1}^n F_i \cdot R_i} = \frac{P_{мехP}}{4 \cdot \omega_p \cdot h_l \cdot b_l \cdot R_l} = \frac{P_{элP} \cdot \eta}{4 \cdot \omega_p \cdot h_l \cdot b_l \cdot R_l} = \frac{I \cdot U \cdot \eta}{4 \cdot \omega_p \cdot h_l \cdot b_l \cdot R_l}, \quad (3)$$

где  $M_{кр}$  – величина момента на роторе реометра, Н·м;  $F_i$  – площадь  $i$ -ой лопасти погруженной в смесь;  $R_i$ ,  $R_l$  – радиус вращения  $i$ -ой лопасти относительно оси вращения ротора (расстояние от геометрического центра лопасти до оси вращения ротора), м;  $h_l$  – высота лопасти, м;  $b_l$  – ширина лопасти, м;  $P_{мехP}$  – мощность на валу реометра (механическая), Вт;  $\omega_p$  – угловая скорость вращения ротора реометра,  $c^{-1}$ ;  $P_{элP}$  – мощность (электрическая), потребляемая процессом на вращение вала реометра, Вт;  $\eta$  – к.п.д. электродвигателя;  $I$  – сила тока в цепи электродвигателя реометра, А;  $U$  – напряжение в цепи электродвигателя реометра, В.

С целью изучения влияния параметров вибрационного воздействия, в частности, амплитуды  $A$  и частоты  $\omega$  колебания, величины  $A\omega^2$  на реологические свойства виброкипящего слоя заданного материала экспериментальные исследования проводились при различных режимах вибрации, что достигалось посредством изменения амплитуды  $A$  при выбранных значениях частоты  $\omega$  колебаний. Снятие типовых технических диаграмм производилось при фиксированных значениях параметров вибрации. Перед каждым опытом материал, приводился к исходному состоянию. Для исследования влияния гранулометрического состава на свойства виброкипящего материала были взяты однородные фракции, а

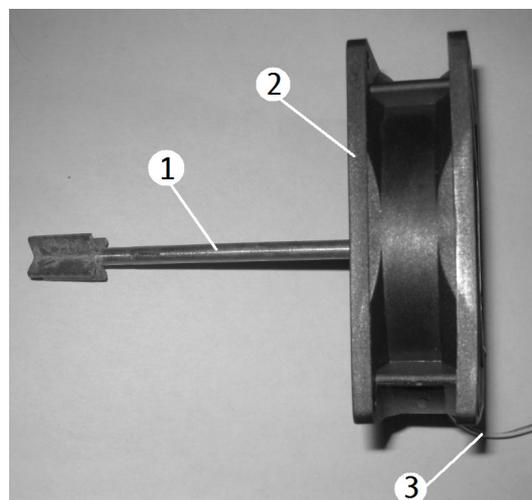


Рис. 1. Реометр: 1 – вал в виде ротора с четырьмя лопастями; 2 – электродвигатель постоянного тока; 3 – выводы для подключения электродвигателя к трехконтактному 12В разъему SYS\_FAN для вентиляторов системной платы.

также смесь, фракционный состав которой соответствовал интегральной кривой распределения частиц песчаной асфальтобетонной смеси. Согласно результатам этих исследований с увеличением интенсивности вибрационного воздействия происходит падение удельного сопротивления асфальтобетонной смеси и возрастание коэффициентов перемешивания, что указывает на их тесную взаимосвязь.

Наибольшие значения коэффициентов перемешивания и большая степень их зависимости от интенсивности вибраций получены для минерального порошка. Объясняется это тем, что перемещение частиц компонентов смеси в виброкипящем слое обусловлено не только действием вибраций, но и движением воздуха. Скорость воздуха такова, что легкие частицы минерального порошка способны перемещаться в струйных потоках и, следовательно, активно перемешиваться. Беря во внимание высокую интенсивность перемешивания частиц тонко-дисперсной фракции в виброкипящем слое и существенное влияние однородности их распределения на физико-механические свойства битумо-минеральных, асфальтобетонных и других дорожных и строительных смесей, может быть получено путем подачи вяжущего в зону камеры смешивания, где закончился процесс смешивания фракций смеси размером менее 1 мм. Это позволит повысить качество смеси и сократить время перемешивания.

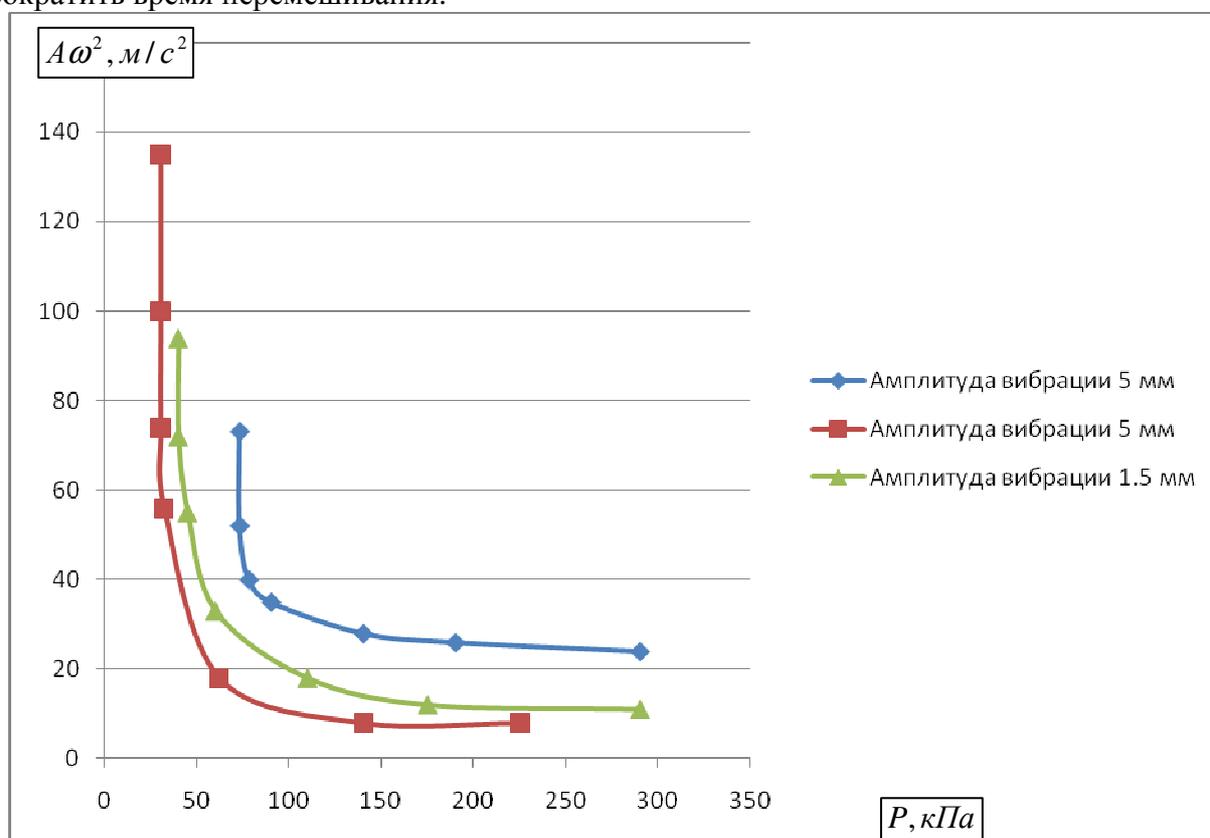


Рис. 2. График зависимости удельного сопротивления асфальтобетонной смеси от величины  $A\omega^2$  при разной амплитуде вибрации

Как показывают исследования, для гравийного материала наблюдается некоторая стабилизация процесса перемешивания с увеличением параметров вибрации. Это связано с тем, что возникающие в результате насосного действия виброкипящего материала циркуляционные потоки воздуха не могут привести частицы крупного размера к интенсивному их циркуляционному движению.

Смешивание крупнозернистых материалов, очевидно, целесообразно проводить в смесителях, в которых сочетаются методы вибрационного и принудительного перемешивания. Тогда можно ожидать, что разрушенная вследствие вибрации структура дисперсного материала приведет к уменьшению энергетических затрат на механическое перемешивание, повышению интенсивности и качества смешивания.

Также получено, что значения коэффициентов перемешивания, в котором сочетаются методы принудительного и вибрационного перемешивания, в 15-30 раз больше, чем на вибростенде, где перемешивание происходит только за счет вибрационных колебаний. Этим подтверждается целесообразность приготовления смесей в условиях вибрационного и принудительного перемешивания.

Предлагаемый экспериментальный прибор позволяет достаточно успешно решать задачи по определению реологических параметров асфальтобетонных смесей, что помогает реализовать на практике их исследование и качественную оценку.

С.Н. Герасимов, В.С. Федоров, Е.Е. Большчева, Ю.С. Чернова

Братский государственный университет

## МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования является процесс обработки незатвердевшей бетонной поверхности дисковой бетоноотделочной машиной с магнитным активатором. За параметр, характеризующий данный процесс, принималось качество обработанной поверхности, т.е. размах шероховатости поверхности бетонного изделия -  $R_{II}$ , а так же прочностные характеристики бетона после затвердевания -  $R_{сж}$ .

Задачей оптимизации, является максимальное достижение качества обрабатываемой поверхности и прочности бетона при различных комбинациях факторов, влияющих на процесс. К этим факторам относятся: магнитная индукция  $B$ , Тл; жесткость бетонной смеси  $Ж$ , с; скорость заглаживания  $V_з$ , м/с; заглаживающая способность  $S_D$ , м.

Сопоставляя имеющиеся сведения по технологии обработки бетонных поверхностей дисковыми рабочими органами [2], отметим следующие принятые значения основных факторов и интервалы их варьирования (табл. 1).

Таблица 1

Уровни факторов и интервалы их варьирования

Факторы	Уровни фактора			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
$X_1$ - магнитная индукция $B$ , Тл;	0,2	0,5	0,8	<b>0,3</b>
$X_2$ - жесткость бетонной смеси $Ж$ , с;	10	35	60	<b>25</b>
$X_3$ - скорость заглаживания $V_з$ , м/с;	0,01	0,055	0,1	<b>0,045</b>
$X_4$ - заглаживающая способность $S_D$ , м;	10	40	70	<b>30</b>

Далее составлена матрица планирования  $2^4$  (табл. 2), согласно которой проведено 25 опытов с 3-мя повторными измерениями шероховатости поверхности в каждом опыте. Количество повторных измерений в каждом опыте определялось по заданной предельной ошибке измерения 5%.

Для определения ошибки опыта проводились 4 параллельных опытов в нулевой точке.

Среднее арифметическое значение опыта определялось по формуле:

$$\bar{R}_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{IIq}}{n}, \quad (1)$$

где  $n$  - число опытов;  $R_{IIq}$  - результат отдельного опыта.

Отклонение результата опыта от среднего арифметического можно представить как разность  $R_{IIq} - \bar{R}_{II}$ . Наличие отклонения свидетельствует об изменчивости значений повторных опытов.

Для измерения этой изменчивости использовалась дисперсия:

$$S^2 = \frac{\sum_1^n (R_{\Pi q} - \bar{R}_{\Pi})^2}{n-1}, \quad (2)$$

где  $(n-1)$  число степеней свободы, равное количеству опытов минус единица.

Квадратичная ошибка (стандарт) определялась:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (R_{\Pi q} - \bar{R}_{\Pi})^2}{n-1}}. \quad (3)$$

Для отброса ошибочных опытов использовался критерий Стьюдента:

$$\frac{R_{\Pi} - \bar{R}_{\Pi}}{S} \geq t, \quad (4)$$

где  $t$  – значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы равным  $(n-1) = 3$  и уровне значимости  $\alpha=0,10$  [1]. Если расчетное значение критерия  $t$  больше табличного значения, то опыт считался ошибочным.

Уровень значимости  $\alpha=0,10$  выбран на основе анализа экспериментальных исследований в области обработки незатвердевших бетонных смесей [3]. В виду сложности измерений, а также из-за ограничения исходных материалов для проведения эксперимента за дисперсию всего эксперимента принята дисперсия опыта в нулевой точке:

$$S_{\{R_{\Pi}\}}^2 = S^2. \quad (5)$$

Далее составлено четырехфакторное уравнение регрессии (алгебраический полином 2-й степени), включающее линейные члены, члены взаимодействия факторов и квадратичные члены:

$$R_{\Pi} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_1^2 + b_6x_2^2 + b_7x_3^2 + b_8x_4^2 + \\ + b_9x_1x_2 + b_{10}x_1x_3 + b_{11}x_1x_4 + b_{12}x_2x_3 + b_{13}x_2x_4 + b_{14}x_3x_4 \quad (6)$$

Для проверки адекватности полученной модели, т.е. для характеристики среднего разброса относительно линии регрессии вычислялась остаточная сумма квадратов, или дисперсия адекватности:

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta R_{\Pi i}^2}{f}, \quad (7)$$

где  $f$  - число степеней свободы,

$$f = N - k,$$

где  $N$  - число опытов ( $N=25$ );  $k$  - число коэффициентов в модели ( $k=15$ ).

Для проверки гипотезы об адекватности использовался критерий Фишера (F-критерий):

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{\{R_{\Pi}\}}^2}. \quad (8)$$

Удобство использования критерия Фишера состоит в том, что проверку гипотезы можно свести к сравнению с табличным значением [1].

Проверка значимости каждого коэффициента проводилась независимо. Сначала находилась дисперсия коэффициента регрессии:

$$S_{\{b_j\}}^2 = \frac{S_{\{R_{\Pi}\}}^2}{N}. \quad (9)$$

Матрица планирования эксперимента

Номер опыта в матрице	$X_1 (B)$		$x_2 (Ж)$		$X_3 (v_3)$		$x_4 (S_d)$		$R_{пл}$ , мм	$R_{сж}$ , МПа
	код	Тл	код	с	код	м/с	код	м		
1	+1	0,8	+1	60	+1	0,1	+1	70	<b>0,46</b>	<b>39,5</b>
2	-1	0,2	+1	60	+1	0,1	+1	70	<b>0,50</b>	<b>38,5</b>
3	+1	0,8	-1	10	+1	0,1	+1	70	<b>1,05</b>	<b>29,3</b>
4	-1	0,2	-1	10	+1	0,1	+1	70	<b>1,10</b>	<b>28,5</b>
5	+1	0,8	+1	60	-1	0,01	+1	70	<b>0,52</b>	<b>39,8</b>
6	-1	0,2	+1	60	-1	0,01	+1	70	<b>0,42</b>	<b>38,6</b>
7	+1	0,8	-1	10	-1	0,01	+1	70	<b>0,59</b>	<b>30,2</b>
8	-1	0,2	-1	10	-1	0,01	+1	70	<b>0,81</b>	<b>29,6</b>
9	+1	0,8	+1	60	+1	0,1	-1	10	<b>0,61</b>	<b>39,0</b>
10	-1	0,2	+1	60	+1	0,1	-1	10	<b>0,78</b>	<b>38,4</b>
11	+1	0,8	-1	10	+1	0,1	-1	10	<b>1,00</b>	<b>29,0</b>
12	-1	0,2	-1	10	+1	0,1	-1	10	<b>1,34</b>	<b>28,4</b>
13	+1	0,8	+1	60	-1	0,01	-1	10	<b>0,93</b>	<b>40,1</b>
14	-1	0,2	+1	60	-1	0,01	-1	10	<b>0,79</b>	<b>38,3</b>
15	+1	0,8	-1	10	-1	0,01	-1	10	<b>0,44</b>	<b>30,1</b>
16	-1	0,2	-1	10	-1	0,01	-1	10	<b>1,50</b>	<b>29,5</b>
17	0	0,5	0	35	0	0,01	+1	70	<b>0,37</b>	<b>33,7</b>
18	0	0,5	0	35	0	0,01	-1	10	<b>0,59</b>	<b>33,4</b>
19	0	0,5	0	35	+1	0,1	0	40	<b>0,68</b>	<b>32,3</b>
20	0	0,5	0	35	-1	0,01	0	40	<b>0,45</b>	<b>35,1</b>
21	0	0,5	+1	60	0	0,055	0	40	<b>0,30</b>	<b>40,3</b>
22	0	0,5	-1	10	0	0,055	0	40	<b>0,66</b>	<b>29,4</b>
23	+1	0,8	0	35	0	0,055	0	40	<b>0,58</b>	<b>39,2</b>
24	-1	0,2	0	35	0	0,055	0	40	<b>0,51</b>	<b>28,9</b>
25	0	0,5	0	35	0	0,055	0	40	<b>0,34</b>	<b>34,9</b>

Доверительный интервал:

$$\Delta b_j = \pm t S_{\{b_j\}}, \quad (10)$$

где  $t$  – табличное значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы и выбранном уровне значимости  $\alpha=0,10$ ;  $S_{\{b_j\}}$  – квадратичная ошибка коэффициента регрессии:

$$S_{\{b_j\}} = +\sqrt{S_{\{b_j\}}^2}. \quad (11)$$

Формула для доверительного интервала выражается в следующей эквивалентной форме:

$$\Delta b_j = \pm \frac{t S_{\{R_{pl}\}}}{\sqrt{N}}. \quad (12)$$

Коэффициент считался значимым, если его абсолютная величина больше доверительного интервала.

#### Библиографический список

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
2. Болотный А.В. Заглаживание бетонных поверхностей – Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1979. – 128 с.
3. Болотный А.В. Теория и процессы заглаживания: дис. д-ра техн. наук: 05.05.04 / Ленингр. инженер.-строит. ин-т. -Л., 1974. – 289 с., ил.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Задачей проведения лабораторных исследований является определение коэффициентов уравнения регрессии, связывающего величину шероховатости поверхности и прочности бетона со значениями исследуемых факторов.

Для решения поставленной задачи была разработана методика проведения исследований. Методика включала в себя четыре основных этапа:

- подготовка бетонной смеси и установка режимов работы ДБМ с МА;
- заглаживание поверхности бетонной смеси;
- измерение и регистрация результатов работы рабочего органа с магнитным активатором;
- измерение прочности образцов на 3, 7, 28 сутки.

В ходе подготовки бетонная смесь замешивалась в бетоносмесителе до однородного состояния. Затем формировался слой бетонной смеси заданной толщины, и обеспечивалась ровность его продольного и поперечного профиля.

Установка режимов работы исследуемого рабочего органа заглаживающей машины осуществлялась в соответствии с матрицей планирования эксперимента. Устанавливалась необходимая скорость вращения заглаживающего диска. Изменение величины магнитной индукции осуществлялась путем изменения высоты установки магнитного активатора.

После установки режимов работы и подготовки бетонной смеси проводилась обработка поверхности бетонной смеси дисковой бетоноотделочной машины с магнитным активатором.

Кроме того, по окончании процесса обработки прибором для измерения шероховатости (рис. 1) оценивалось состояние бетонной поверхности.



Рис. 1. Прибор для измерения шероховатости поверхности ИШБ – 6

В дальнейшем эта оценка использовалась при рассмотрении процесса взаимодействия ДБМ с МА с поверхностью бетонной смеси и определении диапазонов изменения параметров и режимов работы дискового рабочего органа, обеспечивающих получение качественной поверхности.

### Библиографический список

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
2. Болотный А.В. Заглаживание бетонных поверхностей – Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1979. – 128 с.
3. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий – М.: Наука, 1984. – 349 с.

## УНИВЕРСАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В настоящее время в России нет оптимальных технических средств, предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС). Опыт ликвидации последствий ЧС, связанных с разбором завалов от разрушенных зданий и сооружений, а также своевременным разрушением их остатков или фрагментов для спасения людей, свидетельствует о том, что эффективность таких работ должна оцениваться отношением количества спасенных жизней к общему числу заблокированных людей и определяться только длительностью пребывания пострадавших под завалами.

### Снос зданий и сооружений

Разрушение и снос строений высотой менее 20 м осуществляется такими средствами, как гидравлические экскаваторы, стреловые самоходные краны, погрузчики и др. Для сноса сооружений высотой более 20 м используются тяжелые гусеничные гидравлические экскаваторы массой более 40 т, оснащенные специальным трёхзвенным рабочим оборудованием. Согласно работе, технически возможным и экономически целесообразным следует считать снос здания (экскаватором, стоящим на земле) высотой не более 30 м.

Поскольку указанные технические средства имеют дефицит устойчивости, то используется единственно возможная технология ведения работ по разрушению – резка, разукрупнение с последующим разрушением и обрушение элементов строительных конструкций для их погрузки в автотранспорт и своевременной вывозки. Однако все эти процессы, во-первых, характеризуются высокими энергозатратами, во-вторых, связаны с увеличением объема, сроков выполнения работ и существенным загрязнением внешней среды.



Рис. 1. Многофункциональная машина при разборке здания

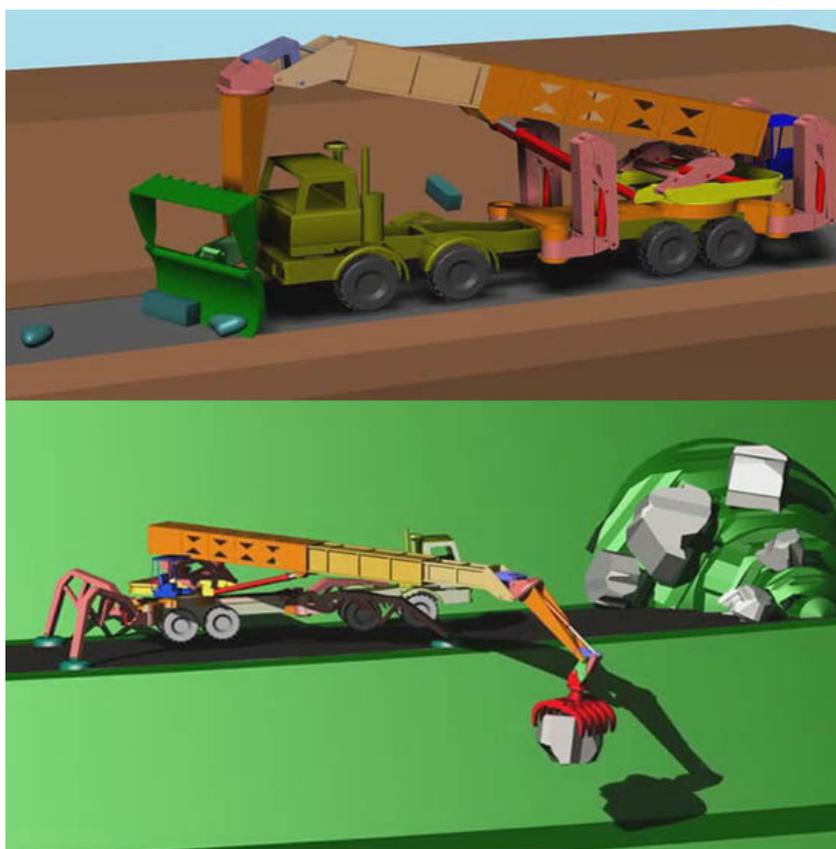


Рис. 2. Виды работ

Области применения:., обследование района разрушения и разбор завалов с одновременным спасением людей, устройство проездов в завалах и прокладка колонных путей, рытье котлованов, создание заградительных полос, снос зданий и сооружений, планирование земельных участков, сооружение вертикальных и наклонных колодцев, рытье оросительных каналов и их очистка, обследование и ремонт мостов, проведение антитеррористических мероприятий. Конструкция основных узлов и механизмов рабочего оборудования обеспечивающие основные тактико-технические характеристики машины имеют новизну и соответствующие патенты и в настоящее время не имеют аналогов (см. табл.)

Таблица 1

Общие сведения о машине

Тип ходовой системы	колесная
Транспортная/рабочая скорость, км/ч	70/8
Мощность двигателя, л.с.	400
Конструкционная масса, т	46 <sup>1</sup>
Способ доставки к месту работы	своим ходом
Уровень проходимости	высокий
<b>ЗОНА ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА</b>	
Максимальная высота подъема, м	24
Максимальная глубина копания, м	18
Максимальный радиус действия, м	25
Длина планируемого участка, м	10-17 <sup>2</sup>

<b>ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>	
Максимальный грузовой момент, тм	150
Грузоподъемность, т, на вылете: до 6 м до 12 м до 25 м	25 12,5 6
<b>СМЕННЫЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ</b>	
<b>Гидравлическая лебедка:</b> Тяговое усилие, т. Канатоемкость, м	15/30 150
<b>Захват:</b> Усилие сжатия челюстей, т Масса бетонных блоков, т Масса захвата, т	12 10 3
<b>Гидромолот:</b> Энергия удара, Дж Частота, Гц Масса, т	9000 200 2,1
<b>Универсальные ножницы</b> <sup>3</sup> Усилие сжатия, т Масса, т Диаметр перерезаемой арматуры, мм	620 3,5 до 50
<b>Ковши:</b> Вместимость куб.м., ковша: - Экскавационного - Грейферного - Планировочного - Погрузочного  Угол вращения ковша вокруг продольной оси стрелы, град. Момент вращения, тм	2-2,5 3,0 3,0 4-6  360 (5-10) <sup>4</sup>
<b>Комплект ручного спасательного инструмента (РСИ)</b>	два комплекта РСИ при возможности одновременной работы 12 инструментов (6 комплектов на каждую сторону)
<b>Оборудование пожаротушения</b> Агрегат высокого давления ЛМ-350/42 БП Рабочий агент Давление воды, МПа Температура, град. С Рабочий расход, л/сек Вес агрегата, кг Мощность, л.с.	вода 15 40 от 0,5 до 4 200 200

<b>Оборудование для вакуумной экскавации сыпучего материала</b>	
Зона действия вакуумной головки относительно точки закрепления рукава, м	10
Расчетная производительность, т/час	60
Максимальный вес монолитного включения (камня), кг	до 4
Габариты, мм	150x100
Мощность привода (расчетная), л.с.	до 50

[1] - Без рабочего органа, [2] - С совмещением операций, [3] - Ножницы для разрушения бетона и резки металла, [4] - По необходимости. С фиксацией в любом положении

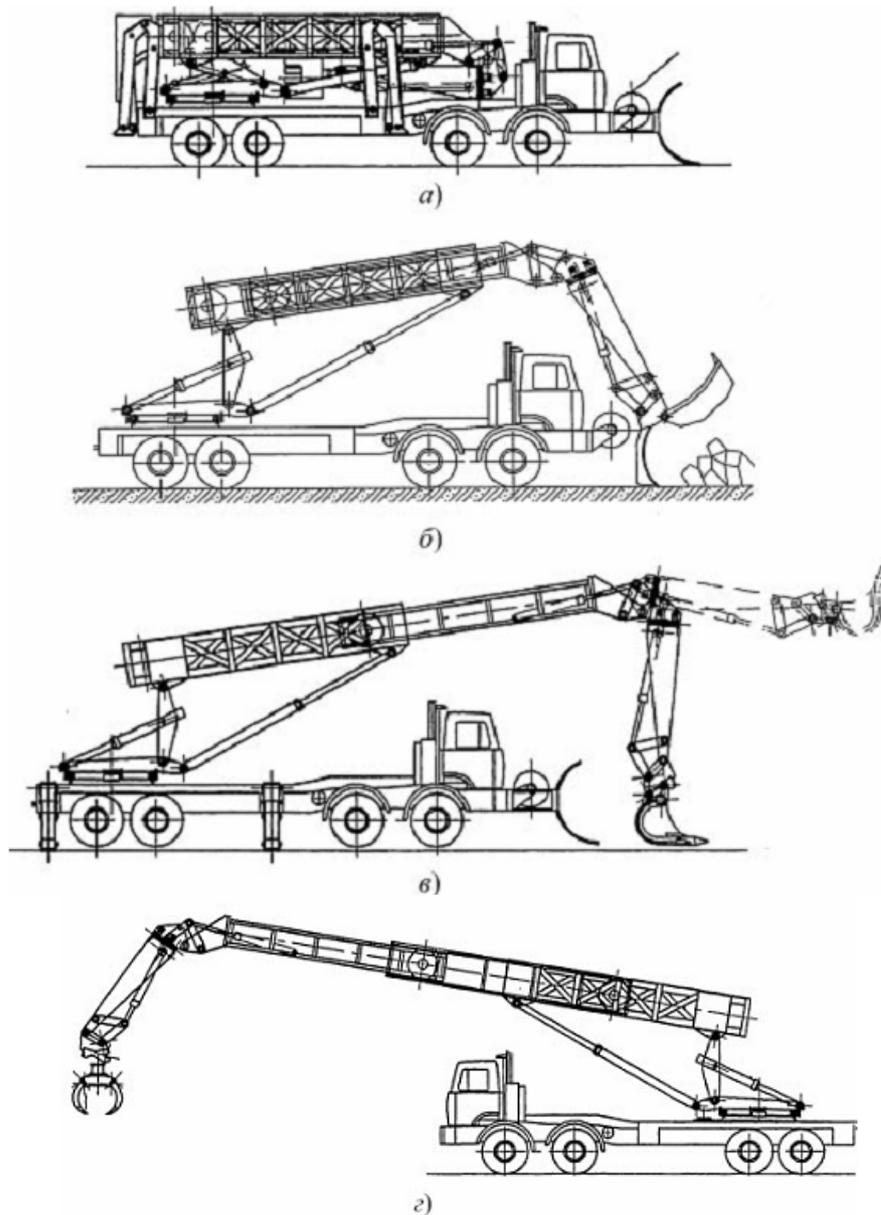


Рис. 3. Многофункциональная машина, оборудованная различными рабочими органами, необходимыми для проделывания проездов и проходов:

а – поворотным бульдозерным отвалом; б – комбинированным погрузочным ковшом;  
в – экскавационным ковшом; г - захватом

Создание машины, позволяющей минимизировать затраты времени, необходимые для деблокирования пострадавших, стало возможным благодаря использованию целого ряда новых конструктивных решений, основными из которых являются:

- выносные опоры, позволяющие устанавливать машину на разновысотных опорных площадках и перемещать ее относительно них для преодоления непроходимых участков пути, например, рвов ограниченной ширины, а также размещать башмаки-противовесы удлиненных аутригеров на несколько метров дальше заднего колеса автошасси, что значительно повышает устойчивость машины;
- многофункциональный технологический комплекс, обеспечивающий большую – 25 м зону действия рабочего органа, а также возможность работы в ее пределах с постоянным максимальным грузовым моментом 150 тм и грузоподъемностью 6-25 тонн;
- размещение комплекта быстросменных рабочих органов и башмаков-противовесов в машине сопровождения;
- использование интеллектуальной системы OilQuick, которая обеспечивает одновременное автоматическое соединение сменного рабочего органа и гидролиний его механизмов с рабочим оборудованием и гидроприводом машины без выхода оператора из кабины машины. Длительность операции не превышает 10-15 сек. Число одновременно соединяемых гидролиний – 10 пар;
- использование подвижной кабины оператора машины улучшает обзорность места работ, сокращая тем самым их длительность.

#### **Библиографический список**

1. Смоляницкий Э.А. Мобильный гидравлический робот-манипулятор с удаленной зоной действия рабочего органа // Строительные и дорожные машины. 2005. №12. С.2-7.
2. Смоляницкий Э.А. Уровень механизации земляных и сопутствующих работ // Строительные и дорожные машины. 2006. №5. С. 2-9.
3. Смоляницкий Э.А., Грузинов В.Е. Многофункциональные машины-орудия с удаленной зоной действия рабочего органа // Строительные и дорожные машины. 2009. №1. С. 3-6.
4. Смоляницкий Э.А., Вагнер Е. Адаптерные системы для быстрой смены рабочего оборудования мобильных машин // Строительные и дорожные машины. 2009. №12. С. 12-16.

**Д.В. Воропаев, Мунхбат Тогооч, Эрдэнэбаяр Батцогт**

*Братский государственный университет*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОМОЛОТОВ ДЛЯ ДЕМОНТАЖА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Существует несколько способов, с помощью которых происходит демонтаж различных зданий и сооружений. Выбор того или иного способа зависит от сложности конструкции, ее размеров и других факторов. К способам, с помощью которых осуществляется демонтаж, можно отнести ручной, полумеханизированный, механизированный, взрывной, электрогидравлический, термический и комбинированный способы. Самым трудоемким является демонтаж, проводимый вручную при помощи лома, кирки, кувалды, газорезательных установок и прочих приспособлений. Ручной демонтаж используют при небольших объемах работ или там, где другой способ применить невозможно.

Наиболее применимым в реальных условиях является комбинированный демонтаж, включающий все или почти все виды разрушения зданий. В большинстве случаев, чтобы провести демонтаж внутренних элементов здания, необходимо применение ручного труда, в то время как стены требуют вмешательства механизированной техники, а демонтаж фундамента может быть произведен только взрывным способом.

При проведении реконструкции зданий, когда требуется провести демонтаж внутри сооружений, на каждый элемент разборки разрабатывается ППР, где учитывается последовательность, методы, границы зоны опасности и снятие нагрузки с демонтируемой конструкции, чтобы обеспечить сохранность и устойчивость остальной части здания.

### **Разрушение, демонтаж зданий и сооружений**

Существуют разные способы разрушения и демонтажа сооружений. Полумеханизированный демонтаж зданий и сооружений предусматривает использование электрического и пневматического инструмента: механических пил, лебедок, лопат-ломов, отбойных молотков, бетоноломов, домкратов. Это наиболее распространенный способ, несмотря на его трудоемкость, дороговизну, шум и образование большого количества пыли в процессе работы.

Механизированный демонтаж зданий и сооружений производится при помощи механизмов и машин. Здесь применяется ударный метод. Разрушение происходит при помощи шар-молота или клин-молота, подвешенных на трос к стреле самоходного экскаватора или крана. Для разрушения и демонтажа отдельно стоящих конструкций применяют бульдозеры и тракторы. С помощью стального троса верхнюю часть конструкции, привязывают к механизму, тянут с помощью троса до обрушения. Бульдозеры используют для сбора строительного лома и мусора. Механизированный демонтаж зданий и сооружений, по сравнению с полумеханизированным, более рационален и производителен. Он с успехом применяется при разборке старых конструкций.

### **Обзор существующих видов гидромолотов**

Гидравлический молот применяется в качестве сменного рабочего оборудования на любых моделях гидравлических экскаваторов отечественного и зарубежного производства, и других гидрофицированных машинах (погрузчиках, манипуляторах, стационарных глыборазбивочных установках и т.п.) соответствующей массы и грузоподъемности, а также при условии соблюдения требований к гидравлическому контуру. Гидромолот применяется для вскрытия асфальтобетонных покрытий, разрушения мерзлого грунта, бетонных и железобетонных конструкций, скальных грунтов (при использовании сменных инструментов клин (зубило) и пика), уплотнения рыхлого грунта (при использовании сменного инструмента - трамбовка) и других аналогичных работ. Гидромолот незаменим на работах по вскрытию различных подземных коммуникаций (тепловых магистралей, газопроводов, трубопроводов телефонных и силовых кабелей и т.д.)

Существует два вида гидромолотов, для легких и тяжелых машин:



Рис. 1. Гидромолот Д-550, для тяжелых машин

Является сменным видом рабочего оборудования гидравлических экскаваторов отечественного производства массой от 20 до 38т ( ЭО-4121, ЭО-4124, ЭО-4224, ЭО-4225, ЭО-5122, ЭО-5124, ЭО-5225, ЭО-5126 и их модификации). Навешивается на рукоять экскаватора вместо снятого ковша. Маневренность базового экскаватора обеспечивает экономичность использования инструмента на рассредоточенных объектах в условиях строительства.

Д-550 предназначен для взламывания дорожных покрытий, дробления негабаритов скальных пород средней прочности и других аналогичных работ, рыхления мерзлого грунта, разрушения бетонных и железобетонных конструкций, сооружений из кирпича, уплотнения грунта. Конструкция предусматривает возможность его работы под водой при прокладке траншей на дне водоёмов глубиной до 10м. Для этого на корпусе гидромолота предусмотрен штуцер для подачи сжатого воздуха внутрь корпуса для уравнивания гидростатического давления воды.

Гидромолот изготовлен в исполнении для умеренного климата и работоспособен в диапазоне температур окружающего воздуха от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Гидромолот Д-550 имеет несколько видов сменного инструмента: клин - для рыхления мерзлого грунта, взламывания дорожных покрытий, бетонных сооружений.

Дополнительные характеристики: расход масла, л./мин. - 110-220; рабочая длина инструмента, мм - 800; длина гидромолота, мм - 2575; диаметр инструмента, мм - 160.



Рис. 2. Гидромолот НМ-120 для легких машин

Является сменным видом рабочего оборудования для базовых машин весом 2-8 т. (погрузчики: ПУМ-500, МКСМ-800, экскаваторы: Daewoo 035, -50; Fiat-Hitachi 10-40; JCB-1 -2, 801-804; Kobelco SK007-035; Komatsu PC-01...045; Kubota; O&K МН 1, 2; Volvo EC 14-50). Гидромолот изготовлен в исполнении для умеренного климата и работоспособен в диапазоне температур окружающего воздуха от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

НМ-120 предназначен для взламывания дорожных покрытий, разрушения бетонных и железобетонных конструкций, сооружений из кирпича, неармированного и легкоармированного бетона и других аналогичных работ, в том числе рыхления мерзлого грунта и уплотнения рыхлого грунта.

Дополнительные характеристики: расход масла, л./мин. – 60-100; рабочая длина инструмента, мм - 350; длина гидромолота, мм - 1350; диаметр инструмента, мм – 80.

Гидромолоты в Россию поставляют многие зарубежные фирмы. В настоящее время в мире наибольшее распространение получили 2 принципиальные схемы гидромолотов: условно назовем их по маркам, получившим в России наибольшее распространение и известность. Схема диафрагменного типа разработанная фирмой Montabert (Ingersoll Rand) Франция (по этой схеме работают такие марки, как «Rammer» (Финляндия), Innan Makina (Турция), Indeco (Италия), Italdem (Италия) , и т.д., и схема фирмы «Atlas Copco» (Швеция) (ранее известная как «Krupp» (Германия) по этой схеме работают такие знаменитые фирмы как , «Furukawa» (Япония), «NPK» (Япония).

#### **Библиографический список**

1. Ушаков Л.С., Котылев Ю.Е, Кравченко В.А. Гидравлические машины ударного действия. М.: Машиностроение, 2000, 416 с.
2. Клок А.Б. Гидромолоты: Учеб. пособие. Караганда: КарГТУ, 2007. 182 с.
3. Ушаков Л.С. Импульсные технологии и гидравлические ударные механизмы: Учеб. пособие для вузов. Орёл: ОрёлГТУ, 2009. 250 с.

И.О. Клушин, С.Н. Герасимов, В.С. Федоров

*Братский государственный университет*

### **ДИСКОВЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН БЕТОНООТДЕЛОЧНОЙ МАШИНЫ С ИЗМЕНЯЕМЫМ ГРАДИЕНТОМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

В настоящее время бетон и железобетон являются основными строительными материалами. Как показывают долгосрочные прогнозы, бетонные и железобетонные конструкции сохранят свое доминирующее значение и в будущем. В гражданском и промышленном строительстве около 90% сборного железобетона составляют типовые унифицированные конструкции, отвечающие требованиям заводской технологичности. Наиболее массовым видом конструкций являются стеновые панели и панели перекрытия.

Для затирки и заглаживания бетонной поверхности в строительном производстве в зависимости от условий производства работ применяют ручные электрифицированные машины с дисковыми и лопастными заглаживающими органами. Дисковые затирочные машины помимо выравнивания и заглаживания обрабатываемой поверхности бетонной конструкции одновременно уплотняют слой бетона на глубину до 5 см. Рабочий орган дисковой затирочной машины вращается электродвигателем.

Обработка известными бетоноотделочными машинами осуществляется путем взаимодействия рабочего органа с незатвердевшей обрабатываемой поверхностью изделия. При движении рабочего органа бетоноотделочной машины по бетонной незатвердевшей поверхности, происходят кинетические процессы, приводящие к изменению физических и геометрических характеристик поверхности, вступающей в контакт с рабочим органом, а также происходит активация бетона магнитным полем, электромагнитами.

Вода является активным участником большинства технологических процессов, в том числе при применении вяжущих веществ для изготовления различных искусственных камневидных материалов. Магнитную обработку воды стали применять в отраслях промышленности, где технологические процессы связаны с применением воды. Оказалось, что магнитная обработка воды ускоряет процесс твердения и повышает прочность бетона и других строительных материалов

Сущность бетоноотделочной машины с изменяемым градиентом магнитного поля поясняется чертежами, где на Рис.1 представлен дисковой рабочий орган бетоноотделочной машины с электромагнитами, на Рис.2 изображены магниты, используемые на заглаживающей машине.

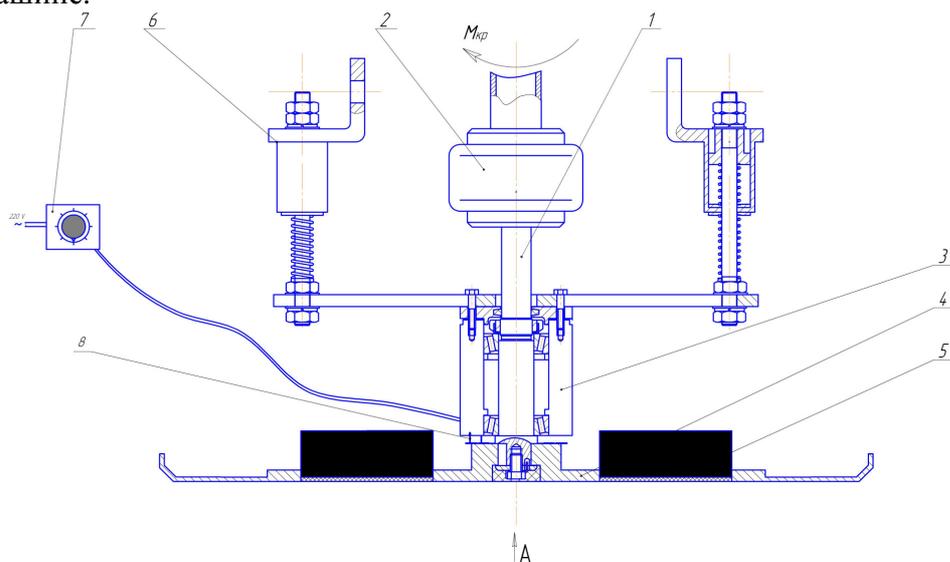


Рис.1. Дисковой рабочий орган бетоноотделочной машины с электромагнитами

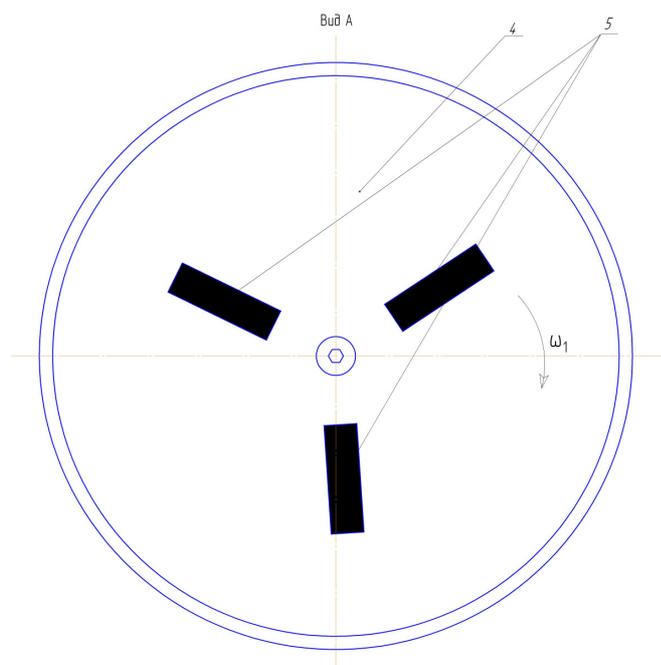


Рис. 2. Магниты, используемые на заглаживающей машине

Дисковой рабочий орган бетоноотделочной машины с электромагнитами состоит из демпфера 6 который имеет возможность гасить вертикальные колебания корпуса 3, приводного вала 1 приводимого в движение электродвигателем. На валу 1 расположена упругая муфта 2, которая в свою очередь закреплена к стакану 3, так же на стакане 3 закреплены скользящие контакты 8, к скользящим контактам присоединено электропитание через реостат 7, заглаживающий диск 4 жестко закреплен к валу 1 при помощи болтового соединения, диск 4 имеет углубления и вставки из магнитопроводного материала с расположенными в них электромагнитами 5.

Устройство работает следующим образом. При включении электродвигателя через соединительную муфту 2, передается вращение приводному валу 1, который жестко закреплен с диском 4 при помощи болтового соединения. В углублениях расположены, электромагниты которые создают магнитное поле, градиент которого регулируется с помощью реостата 7, активирующее обрабатываемое изделие.

Преимуществом такой конструкции является высокое качество обработки бетонных смесей, получение высокопрочного поверхностного слоя, наименьшая шероховатость, изменение градиента магнитного поля.

Результатом применения действия сил магнитного поля на воду, находящуюся в смеси приготовленной с применением вяжущих веществ, является развитие следующих процессов: диспергации молекулярных связей и деполимеризации жидкой фазы (дессоциативный процесс); формирование новой более упорядоченной по отношению к исходной системно – структурной организации смеси; релаксации смеси приготовленной с применением вяжущих веществ к исходному стационарному состоянию (стабилизационный процесс). Что приводит к улучшению реологических характеристик смеси приготовленной с применением вяжущих веществ, ускоряется темп твердения материала на ранних стадиях, повышается водоудерживающая способность и уменьшается расслаиваемость изделия приготовленного с применением вяжущих веществ.