

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

*Афонский Игорь Владимирович*

аспирант

ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»

г. Тула, Тульская область

### **ЦЕМЕНТИРУЮЩАЯ ГИДРОСТРУЙНАЯ МАШИНА**

*Аннотация:* в данной статье автор рассматривает ситуацию, когда в последнее время на рынке машиностроительной техники появилось большое количество оборудования, использующего для закрепления в основном грунтов способом гидроструйной цементации (ГСЦ). В Институте горного дела и строительства ТулГУ были выполнены исследования, позволившие рекомендовать применение технологии ГСЦ для закрепления дорожного полотна. На основании анализа результатов исследований был разработан проект цементирующей гидроструйной машины.

*Ключевые слова:* машиностроение, техника, оборудование, исследования, дорожное полотно, анализ.

В настоящее время при проходке и поддержании подземных выработок, строительстве подземных сооружений, ведении открытых горных работ и т. д. в неустойчивых горных породах используются известные способы, позволяющие повысить прочность и устойчивость горных пород, а также частично или полностью устранить приток воды. К таким способам относятся: искусственное замораживание горных пород, закрепление их связывающими растворами, химическое и электрохимическое закрепление горных пород, водопонижение, а также специальные способы проходки горных выработок, например, кессонный. Общими недостаткам этих способов закрепления неустойчивых горных пород помимо, главным образом, низкой надежности и производительности являются

также значительные материальные затраты и повышенные требования к обслуживающему персоналу, вызванные сложностью применяемого оборудования и опасными условиями работы.

Между тем, в последнее время на рынке машиностроительной техники, главным образом за рубежом (Япония Италия и Англия), появилось большое количество оборудования, использующего для закрепления в основном грунтов способом гидроструйной цементации (ГСЦ) при строительстве оснований и фундаментов, возведении свай и т.д. Сущность ГСЦ горных пород (Jet grouting) заключается в использовании кинетической энергии высокоскоростной суспензионной водоцементной струи, погруженной в породный массив и вращающейся в плоскости перпендикулярной оси предварительно пробуриваемой до проектной отметки скважины с одновременным перемещением вдоль этой оси обратным ходом до следующей проектной отметки без создания в массиве избыточного давления. В результате разрушения и перемешивания горной породы суспензионной струей формируется закрепленный породный массив цилиндрической формы заданной длины, состоящий из нового материала – породобетона. Необходимо отметить, что ГСЦ позволяет улучшить прочностные и деформационные свойства любых сжимаемых дисперсных горных пород как природного, так и техногенного происхождения.

К преимуществам технологии ГСЦ по сравнению с известными технологиями упрочнения неустойчивых горных пород можно отнести следующие:

- обеспечение долговременного характера закрепления массива после снятия закрепляющего воздействия по сравнению с самым распространенным способом – замораживанием;
- высокая скорость выполнения работ по закреплению массива;
- принципиальная возможность размещения оборудования в стесненных подземных условиях (в этом случае необходимо использовать специализированную малогабаритную буровую установку, а весь цементировочный комплекс может располагаться на некотором удалении, например, в капитальной горной выработке);

– возможность закрепления любого исходного массива неустойчивой горной породы (от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов), как по показателям прочности, так и обводненности;

– отсутствие значительных динамических нагрузок на закрепляемый массив (что особенно важно при работе на небольших глубинах под зданиями и сооружениями, вблизи других горных выработок);

– чрезвычайно высокая предсказуемость результатов укрепления горных пород (что позволяет уже на этапе проектирования достаточно точно рассчитать геометрические и прочностные характеристики создаваемой подземной конструкции, и соответственно – трудозатраты, количество материалов и стоимость работ) [1].

Инженерная идея оказалась настолько плодотворной, что в последнее десятилетие способ ГСЦ горных пород и основанные на нем технологии мгновенно распространились по всему миру.

В Институте горного дела и строительства ТулГУ были выполнены исследования, позволившие рекомендовать применение технологии ГСЦ для закрепления дорожного полотна.

На основании анализа результатов исследований был разработан проект цементирующей гидроструйной машины ЦГМ-1 (см. рис. 1).

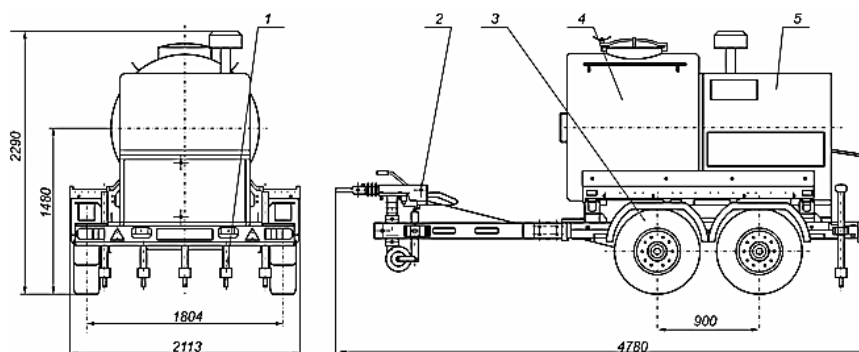


Рис. 1. Цементирующая гидроструйная машина ЦГМ-1

Машина ЦГМ-1 смонтирована на базе автомобильного прицепа и состоит из гребенки с гидроструйными инструментами 1, универсального прицепного

устройства 2, рамы с ходовой частью 3, бункера-смесителя для водоцементного раствора 4 и дизель-насосной установки 5.

Дизель-насосная установка служит для привода основного насоса и вспомогательного электрогенератора от двигателя внутреннего сгорания. В свою очередь, основной насос производит забор предварительно приготовленной водоцементной суспензии из бункера-смесителя и подачу его к гребенке с гидроструйными инструментами.

В транспортном положении гребенка с гидроструйными инструментами поднята, а все оборудование закрыто металлическими защитными кожухами. Транспортирование машины ЦГМ-1 может осуществляться буксировкой грузовым автомобилем по автомобильным дорогам общего пользования, либо иным способом.

При эксплуатации описываемого оборудования рабочие параметры процесса, а именно скорость перемещения ЦГМ-1, давление водоцементной суспензии, диаметр струеформирующих насадок выбираются в соответствии с разработанной и апробированной «Методикой расчета конструктивных и режимных параметров цементирующей гидроструйной машины и энергетических характеристик насосного оборудования».

### ***Список литературы***

1. Головин К.А. Обоснование параметров и создание оборудования для гидроструйной цементации неустойчивых пород в горном производстве.

2. Диссертации в Техносфере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/obosnovanie-parametrov-i-sozdanie-oborudovaniya-dlya-gidrostruynoy-tsementatsii-neustoychivyh-porod-v-gornom-proizvodstve#ixzz3jiZckaoB>