

УДК 625.731.2:624.138.24

И.И.ЛЕОНОВИЧ, д-р техн.наук,  
Ю.Г.БАБАСКИН, канд.техн.наук (БПИ)

#### ЭКОНОМИЯ ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Грунты, укрепленные вяжущими материалами, позволяют экономить качественный материал, а в тех районах, где его запасы ограничены, заменять его. Использование укрепленных грунтов в дорожных конструкциях дает возможность уменьшать слой асфальто- или цементобетона, что в свою очередь сказывается на экономии таких дефицитных материалов, как битум и цемент. Вместе с тем ежегодно возрастающая интенсивность движения и увеличение нагрузок на ось предъявляют к укрепленным грунтам повышенные требования в отношении прочности и долговечности. Исходя из этого при строительстве автомобильных дорог применяются как всевозможные отходы производств, позволяющие снизить стоимость дорожной конструкции, так и новые, в основном синтетические, вяжущие материалы, которые дают возможность повысить прочность дорожной одежды и основания.

Одним из таких материалов является карбамидная смола, которая хорошо разбавляется водой, имеет небольшую вязкость, отверждается под действием кислотных реагентов, устойчива к агрессивным средам. При поликонденсации раствора карбамидной смолы образуется пространственная сетчатая структура полимера, которая заполняет поровое пространство грунта и прочно склеивает его отдельные частицы. Прочность песчаного грунта, укрепленного карбамидной смолой  $R_{сж}$ , колеблется в пределах 1–5 МПа, морозостойкость после 15 циклов замораживания находится в допустимых пределах. Производство карбамидных смол в перспективе достигнет 1 млн. 471 тыс. т. Стоимость 1 т карбамидной смолы марки "Крепитель М-3" составляет 100 руб. Оптимальные добавки карбамидных смол для песчаных грунтов в зависимости от его влажности и температуры воздуха составляют 3–5 % по сухому остатку. В связи с этим ориентировочная стоимость 1 м<sup>3</sup> грунта, укрепленного карбамидной смолой, составляет 7–8 руб.

Снизить стоимость укрепленного грунта можно за счет применения меньшего количества вяжущего материала. Однако выполнение работ одним и тем же способом, например смешением, может привести и к снижению прочности дорожной конструкции, что является недопустимым.

Целью нашего исследования явилась разработка способа укрепления песчаного грунта, который позволяет снизить процент вводимого вяжущего материала при неизменной прочности. Для этого были проанализированы два способа укрепления: смешения и нагнетания вяжущего материала под давлением.

При смешении обработка вяжущим веществом производится с одновременным разрыхлением грунта. Причем, этот способ предусматривает много-

кратное перемешивание смеси (до равномерного обволакивания песчаных частиц вяжущим материалом) и только затем окончательное ее уплотнение. В результате можно заключить, что частицы песка разделены между собой пленкой смолы. Значит, грунт при уплотнении не достиг своего максимального значения и, кроме того, в массиве образуются объемы заземленного воздуха. При такой структуре грунта внешняя нагрузка, действующая на монолит, прежде всего будет восприниматься смоляным каркасом, а затем уже песчаными частицами.

При укреплении грунтов путем нагнетания под давлением вяжущего материала осуществляется обработка грунта, уже достигшего своего максимального значения. В результате песчаные частицы дополнительно связываются смоляным каркасом. При такой структуре внешняя нагрузка одновременно воспринимается как грунтовыми частицами, так и смоляным каркасом. В результате получается более прочная структура с экономичным расходом вяжущего материала.

Изучение влияния вязкости раствора на прочностные характеристики закрепленного грунта позволило установить, что при плотности раствора 1,10–1,16 (разбавление водой карбамидной смолы составляет от 1:1 до 1:0,25) результаты несколько выше у образцов, изготовленных способом инъектирования. Это объясняется тем, что из-за низкой вязкости раствора смолы и наличия в грунте системы макро- и микрокапилляров закрепляющие растворы довольно хорошо проникают в обрабатываемый грунт. На основании этого можно сделать вывод, что для получения идентичных результатов в способе смешения необходимо использовать растворы большей концентрации или применять большие объемы вяжущего вещества (рис. 1).

Из графика видно, что при содержании смолы, равном 15% (разбавленной водой 1:0,5), для способа инъектирования прочность составляет 2,5 МПа, а

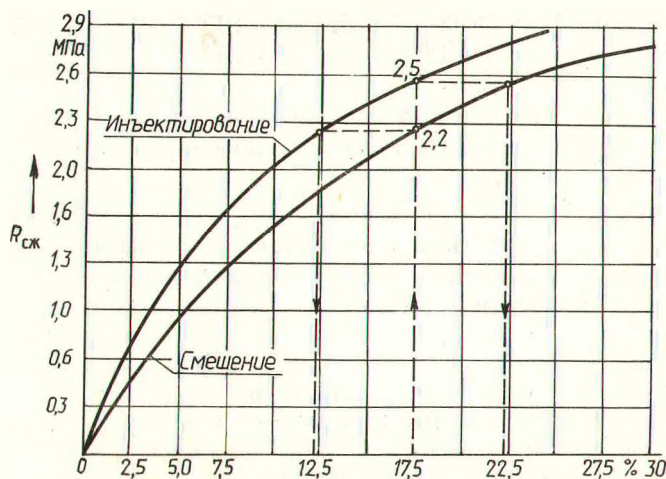


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии ( $R_{сж}$ ) от содержания вяжущего материала (%) для различных способов закрепления.

для способа смешения — 2,2 МПа. Для получения одинаковых прочностных результатов необходимо при инъектировании уменьшить содержание смолы до 12 % (2,2 МПа) или увеличить при смешении до 20 % (2,5 МПа).

В связи с этим, пересчитывая расход вяжущего материала на участок автомобильной дороги протяженностью 1000 м, где укреплению подвергался слой песчаного грунта глубиной 0,3 м и шириной 6 м, получим, что в зависимости от необходимого предела прочности при сжатии в случае инъектирования расходуется от 282 (2,2 МПа) до 352 (2,5 МПа) т карбамидной смолы. При способе смешения для получения тех же прочностных результатов потребуется от 352 до 469 т смолы. В результате на каждом километре дороги только за счет экономии вяжущего материала стоимость строительства 1 км дороги уменьшается на 7—12 тыс.руб.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Разработка способа инъектирования, позволяющего экономить вяжущий материал при неизменных прочностных результатах, является важной и актуальной задачей.

Использование карбамидной смолы для укрепления грунтов дает возможность получить прочные дорожные конструкции.

Экономия вяжущего материала позволяет снизить стоимость строительной конструкции в среднем на 10 тыс.руб.

ЛЮБОВЬ

УДК 546.226.325.665.63

И.И.ЛЕОНОВИЧ, д-р техн.наук,  
Г.Д.ЛЯХЕВИЧ, канд.техн.наук (БПИ)

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЯЖУЩИХ ОКИСЛЕНИЕМ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ

Ранее была показана возможность окисления высокомолекулярных нефтепродуктов серной кислотой с получением дорожных и строительных битумов [1—4].

Целью исследования явилось изучение процесса получения вяжущего из нефтяных гудронов в динамическом режиме с использованием в качестве окислителя отработанной серной кислоты (ОСК). Исходным сырьем служили гудроны западно-сибирской и ромашкинской нефтей. Характеристика их представлена в [4].

Окисление нефтяных гудронов осуществляется в динамическом режиме отработанной серной кислотой на установке, рассмотренной в [3]. Характеристика отработанной серной кислоты: плотность при 20 °С — 1,7501 г/см<sup>3</sup>, вязкость условия по вискозиметру с отверстием 5 мм при 20 °С — 3,5 с; компонентный состав в мас. % — серная кислота 87,1, органическая масса (ОМ) — 4,7, вода — 8,2; групповой химический состав в (ОМ) мас. % — смолисто-масляные вещества 65,8, смолисто-асфальтеновые вещества 5,9; карбоновые кислоты — 1,2; сульфокислоты — 18,7, сложные кислые эфиры — 8,4. Окисле-