

УДК 624.138

**С.А. Чудинов, Н.В. Ладейщиков**

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

### **ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ СУТОК НА ТЕХНОЛОГИЮ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА И ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК**

Освоение лесов всё дальше удаляется от крупных населенных пунктов и в настоящее время уже осуществляется в малопроезжих и удалённых местах. Таким образом, лесовозная транспортная сеть вынуждена постоянно увеличиваться. Однако, основная доля строящихся лесовозных дорог приходится на местности, где леса уже освоены, и лишь малая доля дорог строится для освоения новых лесных массивов.

В России всё чаще для строительства лесных дорог лесохозяйственного назначения используют местный грунт, поскольку не везде присутствуют каменные материалы. Местный грунт применяется, путём его укрепления минеральными вяжущими, самым распространённым из которых является портландцемент. Укрепление происходит методом смешения местного грунта, вяжущего и различных модифицирующих добавок на месте строительства дороги специализированным потоком, состоящим из дорожно-строительной техники, выполняющих операции по заданной технологической последовательности.

Лесовозные дороги отличаются от лесохозяйственных большей грузонапряженностью и интенсивностью движения. В связи с этим их покрытия должны иметь более высокие технические характеристики, для чего глубину захвата местного грунта при его укреплении следует увеличивать, как и увеличивать долю вяжущего – портландцемента.

Увеличивая долю вяжущего при строительстве лесовозной дороги возрастает стоимость производства работ. Поэтому при строительстве лесовозных дорог необходимо в грунтобетонную смесь также вводить частично заменяющие портландцемент различные добавки.

Верхний слой лесовозной дороги представляет собой грунтобетон (цементогрунт) - материал, получаемый полусухим способом из связных грунтов (глин, суглинков, супесей и т.д.), минеральных вяжущих, воды и различных добавок.

Отличие грунтобетона от обычного бетона заключается в том, что в бетоне основное связующее - это портландцемент, а в качестве заполнителя служат крупные или мелкие фракции: щебень и песок. В грунтобетоне, основное связующее сам грунт, свойства которого усиливаются портландцементом. Цемент служит для закрепления (за-

твердения или стабилизации) грунта, а различные добавки, включая воду, служат как пластификаторы или заменители цемента для снижения себестоимости материала.

Поэтому у грунтобетонов и бетонов много общих свойств, включая недостатки, одним из которых является, ограниченное время укладки и уплотнения. При перемешивании грунта и затворении водой после того, как в цемент добавляется вода, происходит химическая реакция с образованием кристаллогидратов (гидратация цемента). В процессе гидратации жидкий или пластичный цементный клей превращается в цементный камень. Поэтому время перемешивания, распределения, укладки, подкатки, разравнивания и окончательного уплотнения грунтобетонов ограничено скоростью гидратации цемента.

Зная скорость гидратация цемента, возможно вычислить скорость и продолжительность работы специализированного потока, состоящего из дорожно-строительной техники, и в итоге длину захватки, т.е. это порядка 1,0 -1,5 часа при температуре +20 °С укладки бездобавочного грунтобетона, т.е. без различных модифицирующих добавок.

Одной из актуальных задач, при строительстве лесовозной дороги, является увеличение срока укладки смеси на основе цемента и модифицирующих добавок [1], т.е. увеличения шага строительства, путем увеличения срока гидратации минерального вяжущего, при обеспечении всех требуемых свойств получаемого грунтобетона, что в то же время благоприятно скажется на общую стоимость строительства.

Нормальные условия для отверждения портландцемента: температура +15...+22°С и влажность 60-100% [2]. Понижение температуры производства работ на 10 °С повышает удобоукладываемость на 20-25%, а значит, может увеличить длину захватки. Добиться понижения температуры на 10-15 °С, в летнее время возможно при производстве работ в ночное время (время с 22:00 до 6:00). К тому же в ночное время в летний период естественная влажность воздуха выше, что будет положительно влиять на первые часы схватывания грунтобетона и исключать фактор перегрева поверхности устраиваемой дороги от солнечного излучения. Работа в ночное время, согласно ТК РФ Роструд, не запрещена и может быть предусмотрена трудовым договором.

Как и бетонные смеси, грунтобетонные имеют две стадии структурообразования: стадия схватывания, когда все компоненты соединяются между собой кристаллизационными связями и стадия набора прочности.

При нормальной дневной летней температуре схватывание завершается в течении 3 часов. Если по каким-то причинам строитель-

ный процесс на принятой к работе захватке не завершится в отведённое для схватывания цемента время (перемешивание, распределение, укладка, подкатка, разравнивание и окончательного уплотнения) структурный скелет, созданный цементом, при окончательном уплотнении грунтобетона, будет ломаться, и далее это приведёт к общему снижению прочности укрепляемого слоя грунта [3].

Важно, чтобы все работы на принятом в работу участке, завершить вовремя. Самое оптимальное время, по температуре и влажности воздуха, а также в отсутствии перегрева поверхности устраиваемой дороги от солнечной радиации – это ночное время. После того как произошёл процесс гидратации цемента, все строительные работы, в особенности уплотнение, на дороге выполнять запрещено.

Необходимый набор прочности грунтобетон набирает постепенно, в зависимости от температуры, влажности воздуха и применяемых различных добавок, обычно это 28 суток. В первые 5 дней процесс твердения протекает интенсивней и уложенный и уплотнённый слой может набрать до 30% марочной прочности.

Для повышения эффективности укрепления грунтов, ведется поиск эффективных добавок, позволяющих снизить расход портландцемента в грунтобетоне для обеспечения достаточно высоких физико-механических показателей укрепленного материала. Одними из действенных пластифицирующих добавок к цементным системам являются добавки, полученные путем окислительной деструкции лигниновых отходов сульфитного производства целлюлозы, т.е. лигносульфонаты.

Лигносульфонат- это продукт переработки растительного древесного сырья на целлюлозно-бумажном комбинате. Лигносульфонаты- это общее название солей лигносульфоновых кислот, которые являются природными водорастворимыми сульфопроизводными лигнина.

Во многих работах доказана эффективность применения в бетоне лигносульфонатов (ЛСТ) и комплексных добавок на их основе. Применение таких добавок позволяет за счет снижения водопотребности бетонной смеси экономить до 20% цемента, к тому же ЛСТ это добавка – замедлитель процессов структурообразования минеральных вяжущих [4, 5].

В работе [6] проанализировано, установлено и подтверждено, что одним из главнейших факторов повышения морозостойкости бетона является введение в бетонную смесь поверхностно активных веществ, обладающих пластифицирующим и воздухововлекающим свойством, в частности высокоэффективных и сравнительно дешевых пластификаторов на основе модифицированных технических лигносульфонатов.

На кафедре транспорта и дорожного строительства УГЛТУ, много лет успешно проводятся лабораторные испытания различных типов грунтов, укрепленных портландцементом, в том числе с добавлением лигносульфонатов и комплексных добавок на их основе, результаты которых подтверждают эффективность их применения.

### Литература

1. Чудинов С. А. Повышение эффективности укрепления грунтов портландцементом со стабилизирующей добавкой / С. А. Чудинов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 163.
2. Время твердения (схватывания, застывания) бетона в зависимости от температуры. Бетон ИНФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://1beton.info/proizvodstvo/tverdeniya-betona-v-zavisimosti-ot-temperature?ysclid=lanaydf1128752107> (дата обращения: 19.11.2022).
3. Чудинов С.А. Исследования влияния технологических факторов на прочность цементогрунтов / С.А. Чудинов // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование». – 2010. – № 2 (9). – С. 76–81. – Библиогр.: с. 81.
4. Зайцев П. А. Цементные бетоны с добавкой гранулированного пластификатора пролонгированного действия. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Белгород: 2008.
5. Бузулуков В. И. Разработка эффективных материалов для строительства на основе отходов деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и микробиологической промышленности. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Пенза: 2007.
6. Трошкина Е. А. Структура и долговечность бетона на основе шлакопортландцемента с модифицированными лигносульфонатами. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Воронеж: 2008.