

УДК 33

**СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМАГИСТРАЛИ  
ПОЛОЦК – ВЕРХНЕДВИНСК – ПОС. ГРИГОРОВЩИНА  
ИННОВАЦИОННЫМ И ТРАДИЦИОННЫМ СПОСОБАМИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ**

**Е.А. ЧУМАКОВА, М.А. КОЗЛОВА**  
(Представлено: преподавателем В.Н. СТАХЕЙКО)

*Рассматриваются вопросы технологии укладки дорожного полотна традиционным способом и с использованием 3D-принтеров. Проводится сравнение строительства дороги инновационным и традиционными способами. Выявляются недостатки и преимущества инновационного способа строительства.*

3D-принтеры уже на протяжении нескольких лет занимают свою нишу в современном строительстве и прочно закрепили свои позиции на мировом строительном рынке. Это потому, что применение 3D-принтеров в строительстве дает множество преимуществ. Главными из них являются высокая скорость, полная автоматизация процессов строительства, меньшее количество затрат на весь процесс строительства. [1]

Каждая инновация обязана отвечать на ряд вопросов о востребованности ее в современном обществе, об использовании новинки в повседневной жизни, о том, упрощает ли она жизнь современного человека. Чтобы ответить на вопрос, лучше ли инновационный способ строительства автодороги, в основе которого лежит стеклопластиковая арматура периодического профиля, чем традиционный, следует провести анализ затрат на производство и строительство, сравнить затраченное время на весь процесс, а также сравнить затраченные силы для достижения одного и того же результата.

Немаловажно также определить, выгодно ли для заказчика данного проекта по строительству автомагистрали инновационным способом тратить свои силы и средства на его исполнение? В данном случае следует ответить на вопрос, будет ли получена прибыль или доход от реализации проекта по новому варианту сравнимый с доходами в случае размещения предполагаемых вложений в альтернативный проект? Либо, будет ли наблюдаться снижение затрат в новом варианте по сравнению с лучшим вариантом существующих способов изготовления стеклопластиковой арматуры периодического профиля и ее укладки в тело бетона при строительстве дороги. В качестве сравниваемого варианта выбираем традиционный способ изготовления стеклопластиковой арматуры периодического профиля на заводе-изготовителе с последующей доставкой на объект строительства и укладкой его в тело бетона. Для проведения сравнения необходимо привести сравниваемые варианты к сопоставимому виду. Это значит, что сравниваемые варианты должны быть увязаны по цели, задачам и назначению. Все работы и затраты, связанные с достижением цели, задач, сроков, времени (даты), назначения и некоторых критериев, которые отличаются между собой по качественным и количественным показателям должны включаться в состав сравниваемых вариантов строительства автомобильной дороги. Для того, чтобы провести такую работу необходимо точно определиться с технологией и организацией производства работ по созданию, изготовлению, доставке и использованию арматуры периодического профиля в двух сравниваемых вариантах с учетом укладки бетона в тело автомобильной дороги традиционным способом и с использованием 3D-принтера.

В нашем случае такая работа была осуществлена. В состав традиционного способа устройства автомагистрали Полоцк-Верхнедвинск-пос. Григоровщина (до границы с Латвией) вошли следующие работы и затраты:

1. подготовительные работы по расчистке территории;
2. работы по насыпи подстилающего слоя из песка толщ. 0,6 м. с уплотнением;
3. работы по насыпи нижнего слоя из щебня толщ. 0,1 м.;
4. работы по насыпи верхнего слоя из черного щебня толщ. 0,2 м. с уплотнением;
5. работы по устройству нижнего слоя из горячей крупнозернистой а/бетонной смеси толщ. 0,08 м;
6. работы по устройству верхнего слоя из горячей плотной а/бетонной смеси типа А толщ. 0,06 м (рис. 1);
7. работы по нанесению разметки на дороге;
8. работы по установке дорожных знаков;
9. затраты на строительство рабочего городка для рабочего персонала;
10. затраты на содержание рабочего персонала;
11. затраты на топливо;
12. затраты на электроэнергию;

13. затраты на аренду техники и оборудования;
14. затраты на материалы для строительства автомагистрали;
15. транспортные расходы. [2]

В состав инновационного способа входят следующие виды работ и затрат:

1. подготовительные работы по расчистке территории;
2. работы по насыпи подстилающего слоя из песка толщ. 0,4 м с уплотнением;
3. работы по насыпи слоя из щебня толщ. 0,05 м;
4. работы по монтажу 2-х 3D-принтеров;
5. работы по печати стеклопластиковой арматуры периодического профиля; (рис. 2) [3,4];
6. работы по печати бетонного покрытия толщ. 0,15 м;
7. работы по осуществлению покрытия дорожного полотна из горячей плотной а/бетонной смеси

типа А толщ. 0,06 м;

8. работы по нанесению разметки на дороге;
9. работы по установке дорожных знаков;
10. затраты на строительство рабочего городка для рабочего персонала;
11. затраты на содержание рабочего персонала;
12. затраты на топливо;
13. затраты на электроэнергию;
14. затраты на аренду техники и оборудования;
15. затраты на материалы для строительства автомагистрали;
16. транспортные расходы [4].

Очевидно, что при инновационном методе строительства дороги объем работ меньше и требует меньше сил и затрат.

При оценке экономической эффективности было выявлено явное преимущество инновационного метода строительства автодороги перед традиционным. Строительство инновационным методом будет окончено на год раньше при протяженности дорожного полотна в 100 километров. На строительство дороги протяженностью в 100 километров и шириной в 16 метров предполагается потратить 163504118000 руб. в ценах по состоянию на 01.01.2012 (без деминации), что на 280000000 дешевле, чем, если бы дорога Полоцк-Верхнедвинск протяженностью в 100 км строилась при помощи стандартного способа укладки дороги. Трудоемкость основного периода строительства дороги составляет 137850 чел/ч, что при средней численности бригады дорожников в 8 человек в трехсменном режиме рабочего дня с использованием 2-х 3D-принтеров позволит осуществить строительство за 718 дней. При традиционном способе со средней численностью рабочей бригады в 18 человек с 1,5-ра сменным рабочим днем и разделением укладочного процесса на три потока (укладка сеток, укладка бетонного основания, укладка асфальтобетонного покрытия) продолжительность строительства дороги составит 1105 дней, что на 387 дней дольше, чем при использовании новой технологии. В результате строительство одного километра дороги инновационным способом составит порядка 200 тыс. в долларовом эквиваленте.

Таким образом, проведя все расчеты строительства дороги инновационным способом при помощи 3D-принтеров и строительства, которое уже существует на сегодняшний день, можно сделать вывод, что инновационное строительство выгоднее, дешевле и быстрее. Главная задача для воплощения идеи – поиск инвесторов и привлечение их средств для закупки необходимого оборудования и организации всех дальнейших затрат по строительству автомагистрали.

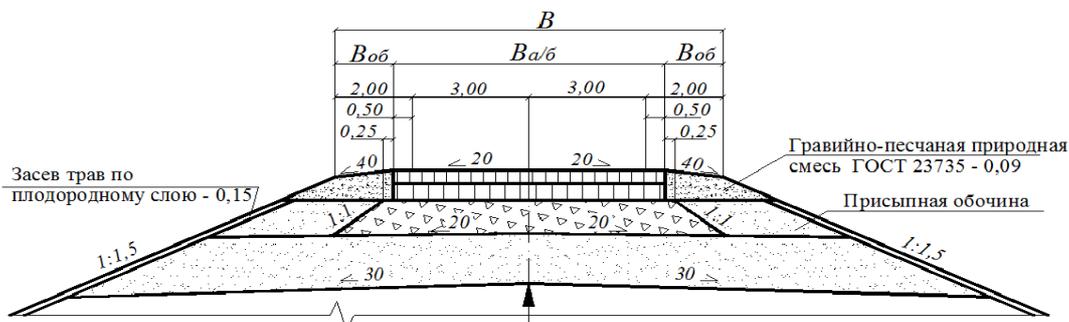


Рисунок 1. – Разрез дорожного полотна

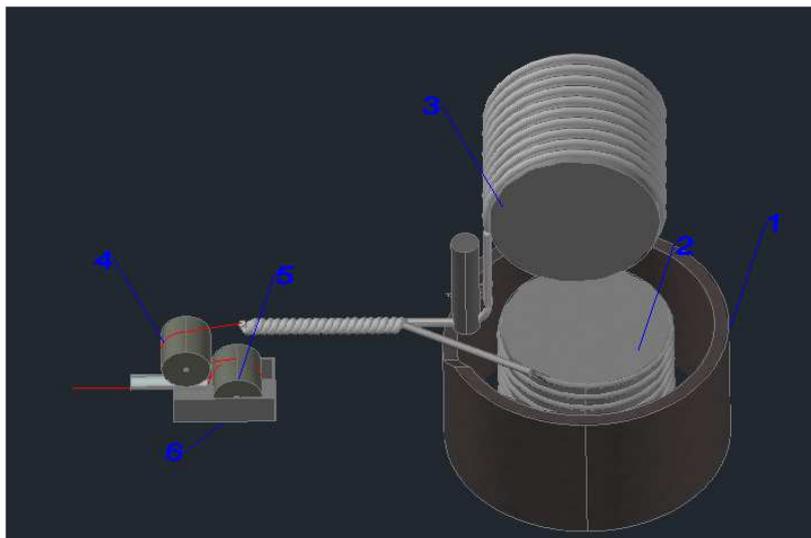


Рисунок 2. – 3D-принтер, печатающий волокнистым композитом

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горьков, Д. 3D-печать с нуля // Фундаментальные исследования [Электронный ресурс] – 2015 – Режим доступа: <http://3dtoday.ru/blogs/daymon/new-book-for-beginners-3d-printing-from-scratch>. – Дата доступа: 26.06.2017.
2. Горельшев, Н.В. Технология и организация строительства автомобильных дорог / Н.В. Горельшев, С.М. Полосин-Никитин, М.С. Коганзон ; под ред. Н.В. Горельшева. – М. : Транспорт, 1992. – 552 с.
3. Капусто, А.В. К вопросу оценки эффективности применения новых технологий в дорожном строительстве на примере использования 3D-принтера / А.В. Капусто, С.Н. Костюкова, В.Н. Стахейко // Инновации в дорожном строительстве : сб. докладов междунар. науч.-техн. конф., Минск, 27–28 дек. 2016 г. – С. 128–135.
4. Модель оценки экономической эффективности использования 3-Д принтера при создании изделий из стеклопластиковой арматуры периодического профиля / Д.Н. Шабанов [и др.] // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. Д, Экон. и юрид. науки. – 2016. – № 6. – С. 94–98.