

## УРБАНИСТИКА. СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

---

УДК 627.41

**К.С. Шептунова**

**K.S. Sheptunova**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

### **ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТУБОВ В НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ**

### **OPTIONS FOR USING GEOTUBES IN THE OIL INDUSTRY**

В современном строительстве широкое распространение получили конструкции из геосинтетических материалов. Например, их используют при строительстве дорог, для разделения слоев, дренажирования и армирования, укрепления оснований и фундаментов зданий и сооружений, при строительстве подпорных стен. Вместе с тем существует множество других вариантов использования геосинтетических материалов. В статье показана область применения геосинтетических наполняемых систем (геотубов) для берегоукрепления, укрепления земляных сооружений, склонов, защиты трубопроводов от механических воздействий и сильных подводных течений при подводном переходе трубопровода, обеспечения проектного залегания трубопровода при подземной и наземной прокладке, а также для обезвоживания бурового шлама.

**Ключевые слова:** геотуб, берегоукрепление, защита трубопровода, геосинтетические материалы, обезвоживание шлама.

In construction, structures made of geosynthetic materials are widely used. For example, they are used in the construction of roads, for the separation of layers, drainage and reinforcement, for strengthening the bases and foundations of buildings and structures, in the construction of retaining walls. But many other uses for geosynthetic materials have been lost sight of. The article shows the scope of application of geosynthetic filling systems (geotubes) for shore protection, for strengthening earthworks, slopes, for protecting pipelines from mechanical influences and strong undercurrents during the underwater pipeline crossing, for ensuring the design occurrence of the pipeline during underground and ground laying, as well as the use of geotubes for dewatering drilling mud.

**Keywords:** geotube, shore protection, pipeline protection, geosynthetic materials, sludge dewatering.

#### **Введение**

Нефтегазовая отрасль считается одной из самых опасных для экологии отраслей. Риск нарушения законодательства по охране окружающей среды

прежде всего связан с технологией разработки месторождений и транспортировкой углеводородов. При транспортировке углеводородов особенно опасны переходы через реки, поэтому необходимо производить берегоукрепление, а также применять защиту трубопроводов при подводной прокладке.

На кустовых площадках и во время транспортировки нефти возможен её разлив, в связи с этим очень актуальна разработка новейших и эффективных способов предотвращения таких чрезвычайных ситуаций.

В настоящий момент остро стоит вопрос утилизации буровых шламов, обезвоживания отходов бурения.

Все эти проблемы полностью или частично можно решать с помощью наполняемых систем [1–7].

### **1. Применение наполняемых систем для берегоукрепления**

При переходах трубопровода через водные преграды крайне важно обеспечить безопасность этого перехода, поэтому необходимо укреплять берег во избежание возникновения чрезвычайных ситуаций.

Эффективным средством берегоукрепления являются наполняемые системы – трехмерные геотекстильные тканые или нетканые элементы: мешки, трубы, контейнеры, которые называются геотубами. Обычно они заполняются песком или мелкозернистым бетоном (рис. 1).

Элементы из высокопрочного геотекстиля, устойчивого к биологическому и химическому воздействию щелочей и кислот, чаще всего гидравлически заполняются суспензией из песка и воды. Вода просачивается через геосинтетическую ткань, а песок оседает внутри под действием силы тяжести.

Системы в исходном состоянии очень компактны и легко перевозятся различными видами транспорта. Полотно, которое в развернутом состоянии может покрыть площадь  $120 \text{ м}^2$ , в транспортном положении занимает всего  $0,2 \text{ м}^3$  и может весить меньше 53 кг.

Геотекстильные наполняемые элементы с несколькими входами для заполнения доставляются на объект, устанавливаются на основание и заполняются песком. Во время шторма геотубы препятствуют эрозии береговой полосы и защищают объекты, находящиеся на берегу, от повреждений. Система обладает достаточными прочностными, фильтрационными и удерживающими характеристиками.

Элементы трубчатой формы обычно имеют диаметр от 1,5 до 5 м, а длину от 25 до 100 м.

В зависимости от требуемой высоты берегоукрепления геотубы можно укладывать друг на друга под требуемым углом наклона. Для предотвраще-

ния размыва основания берегоукрепительной конструкции перед заполнением геотубов может быть установлен защитный фартук.

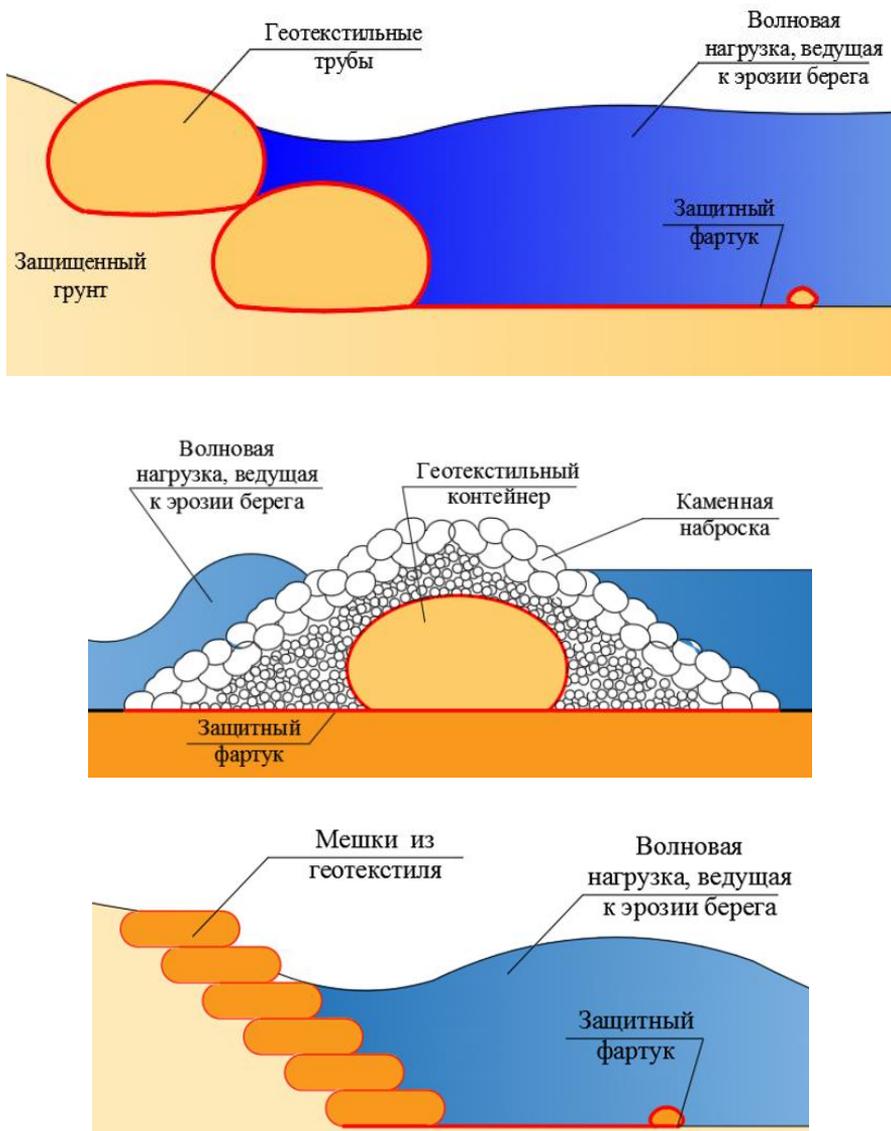


Рис. 1. Схемы наполняемых систем

С помощью геоконтейнеров можно не только непосредственно защищать открытые участки суши, но и выполнять берегозащитную функцию посредством уменьшения и рассеивания энергии волн, их отражения.

Контейнеры устанавливаются на место путем сброса в воду со специальной баржи с раскрывающимся дном. Геоcontainers представляют собой большие геотекстильные элементы, их объем в заполненном состоянии от 200 до 600 м<sup>3</sup>.

Берега небольшой крутизны можно укреплять геотекстильными мешками и контейнерами меньшего размера, объемом от 0,3 до 10 м<sup>3</sup>.

## 2. Применение наполняемых систем для трубопроводов

Наполняемые системы используются не только для укрепления берегов и откосов, но и для защиты трубопроводов. Геосинтетические матрасы, наполненные бетоном, используются в качестве брони трубопроводов. Открытые морские трубопроводы могут сойти с места во время сильных подводных течений. Для этого геотекстильные матрасы или / и геотекстильные трубы, наполненные цементным раствором, или вместе укладываются поверх труб в качестве защиты и антифлотационных структур (рис. 2).



Рис. 2. Защита трубопровода геотекстильными матрасами

Матрас с использованием специальных устройств может быть точно уложен на определенное место даже на глубине до 30 м и при скорости течения более чем 1 м/с.

Геотекстильные матрасы используются при балластировке трубопровода в качестве опалубки. Такая опалубка может использоваться для защиты труб от всплытия и механических повреждений. Максимальная заводская готов-

ность геоболочки устраняет необходимость в подготовке дополнительной системы опалубки любой сложности на объекте строительства. К дополнительным преимуществам относится изготовление системы «в размер», что позволяет быстро произвести монтаж и оптимизировать работу бетонирования (рис. 3).

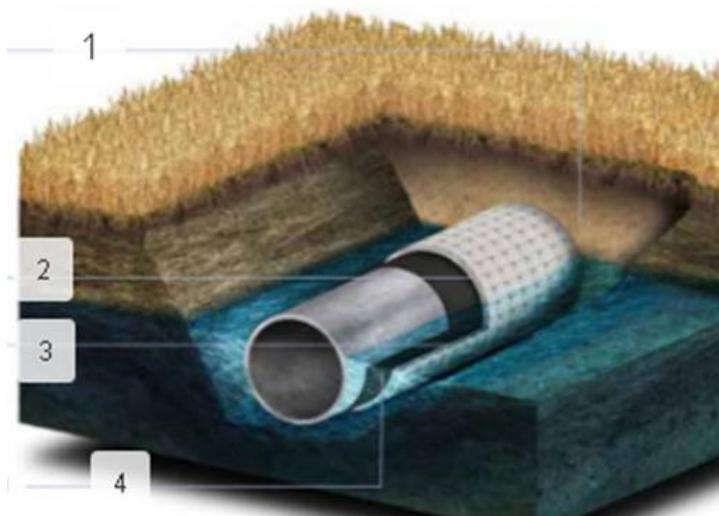


Рис. 3. Схема устройства опалубки трубопровода для балластировки:  
1 – геотекстильная опалубка; 2 – вертикальные элементы; 3 – заполнение бетоном; 4 – защитный дополнительный слой нетканого материала

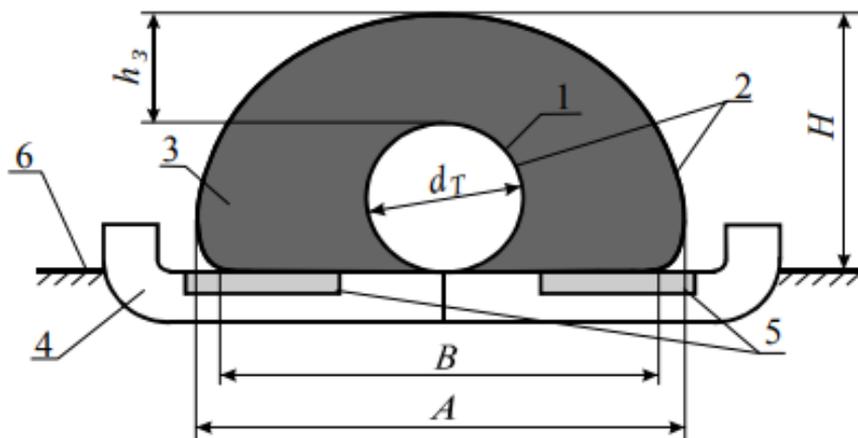


Рис. 4. Способ наземной прокладки трубопроводов протаскиванием: 1 – трубопровод; 2 – мягкие геосинтетические оболочки; 3 – насытый в оболочку грунт; 4 – салазки-водопроемы; 5 – сдвигаемые элементы, предотвращающие размораживание водопроемов в зимний период; 6 – поверхность, по которой проходит трасса;  $h_3$  – высота защитного слоя грунта над трубопроводом;  $d_T$  – диаметр трубопровода

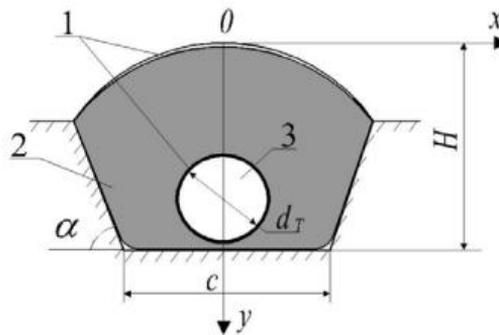


Рис. 5. Подземная прокладка трубопровода:  
1 – геотуб; 2 – намывтый грунт; 3 – трубопровод

Также существует такое техническое решение, когда защитные конструкции из геотубов используются в качестве обвалования.

Такие защитные меры реализуются в период строительства и реконструкции трубопроводов путём сооружения защитных грунтозаполненных геотубов с использованием средств гидромеханизации земляных работ. Грунтозаполненные геотубы защищают трубопроводы от внешних воздействий и способны аккумулировать некоторый объём утечек углеводородов в случае нарушения герметичности трубопроводов. Схемы защиты трубопроводов с помощью геотубов представлены на рис. 4 и 5.

### 3. Применение наполняемых систем для обезвоживания отходов бурения

В процессе освоения нефтяных и газовых месторождений образуется большое количество бурового шлама, который является отходом 3–4-го класса опасности. Накопление и его временное хранение на буровой площадке чаще всего осуществляется в шламовых амбарах.

Наиболее безопасной технологией захоронения является сухое или полусухое складирование шламов. Без учета воды в отходах бурения выбуренная порода составляет 90–98 % массы, а остальное приходится на соли, химические присадки и нефть.

Есть универсальное и доступное решение: разделить обводненные отходы на твердую и жидкую фазы, а именно:

- механически чистую жидкую – для транспортировки в систему повышения пластового давления по нефтесборным трубопроводам;
- плотный грунт.

Технологии обезвоживания в геотубах открывают новые возможности по переработке отходов бурения как при шламовых амбарах, так и при кусте буровых скважин.

Эта технология проста и экономична. Размеры контейнеров зависят от специфики применения, объемов обрабатываемого материала и размеров территории, отведенной под использование. Системы компактны и могут легко транспортироваться, так как преобладает сухой остаток, что упрощает вывоз.

Процесс обезвоживания может длиться без остановки с весны до поздней осени, температура окружающего воздуха не должна быть ниже  $-2^{\circ}\text{C}$ , а температура подаваемой на обезвоживание пульпы должна быть выше  $+2^{\circ}\text{C}$ .

Геотубы располагают на специально подготовленной дренажной площадке с гидроизолирующим подстилающим слоем, на щебне, георешетке. Процесс обезвоживания протекает в три стадии. На первой стадии загрязненную взвесь осадка закачивают в контейнер геотуб. В смесь добавляются безопасные для окружающей среды полимеры, благодаря которым твердые частицы слипаются вместе и отделяются от воды. На втором этапе отфильтрованная вода просто просачивается сквозь стенки контейнера. Более 99 % твердых частиц задерживается внутри контейнера, а чистый фильтрат может быть собран и вновь использован в системе. На третьем этапе твердый осадок остается в мешке. Уменьшение объема достигает 90 %. Заполненный контейнер может быть утилизирован на месте, или же осадок может быть извлечен и использован в качестве вторичного сырья. Обезвоженные твердые частицы остаются в мешке и продолжают уплотняться из-за высыхания, поскольку остаточный водяной пар выходит через ткань.

Геосинтетические контейнеры могут использоваться в качестве строительных элементов для обустройства кустовых площадок и дорог. Обезвоженные буровые шламы являются плотными малоопасными отходами, которые относятся к 5-й группе опасности и могут быть применены для осыпки дорог, обустройства оснований кустовых площадок, обвалований и пр.

Протяженность обваловки из обезвоженного бурового шлама, упакованного в прочную геотекстильную оболочку из контейнеров, составляет 30–50 % периметра обвалования типовой кустовой площадки. Соответственно сокращаются затраты на вывоз отходов бурения и размещение бурового шлама.

С помощью геотубов можно также обрабатывать сточные воды обогащенного производства, угольный шлам и другие типы осадка. Геотубы могут быть использованы для улавливания мелкодисперсных, илистых и глинистых веществ, после чего очищенную воду можно направлять в резервуары или в водоем. Для наилучшего задержания твердых частиц и высокого качества отфильтрованной воды применяются специальные полимеры для хлопьеобразования.

Небольшие предприятия, занимающиеся очисткой сточных вод и высушивающие осадок на сушильных площадках, часто сталкиваются с проблемой ограниченной вместительности этих площадок. Вода выходит через по-

ры в ткани контейнера, а твердые частицы удерживаются ей. Процесс повторяется вновь и вновь, пока контейнер максимально не заполнится. Контейнеры геотубы могут быть альтернативой центрифугам и ленточным прессам, а также могут являться запасным вариантом на случай поломки очистных устройств.

### Заключение

Геотекстильные наполняемые системы имеют большую область применения в нефтегазовой отрасли. Основными преимуществами геотубов являются: долговременная защита от эрозии, гармоничное сочетание с ландшафтом, разнообразие типов и материалов, высокая надежность в любых погодных условиях, простота установки, заполнение непосредственно на месте строительства, экономия места на площадке, проведение строительства в условиях обводнения, рентабельность, сокращение затрат на использование дорогостоящих материалов, эксплуатацию машин, механизмов, трудовых ресурсов, а также на транспортировку материала до места строительства и установку.

### Список литературы

1. Krystian W. Pilarczyk geosynthetics and geosystems in hydraulic and coastal engineering; – Rijkswaterstaat, Delft, Netherlands: Belkema, 2000. – 913 с.
2. Bezuijen A., Vastenburg E.W. Geosystems design rules and applications. – CRC Press, 2013. – 145 p.
3. Synthetex: сайт. – URL: <http://www.synthetex.com/market> (дата обращения: 05.12.2020)
4. TenCate: сайт. – URL: <http://www.xn--80ajbso2ae.xn--p1ai/> (дата обращения: 10.11.2020)
5. TenCate: сайт. – URL: <http://xn--80ajbso2ae.xn--p1ai/index.php/-production/tencate-geotube> (дата обращения: 15.03.2021)
6. Миронов В.В. Повышение безопасности эксплуатации трубопроводов с использованием геосинтетиков: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Уфа, 2004. – 44 с.
7. Семёнов Д.А., Клевко В.И. Использование геосинтетических оболочек в строительстве // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2018. – № 2. – С. 78–87.

Получено 03.02.2021

**Шептунова Кристина Сергеевна** – студентка гр. ТСНК-19-1м, строительный факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: krist-sv@yandex.ru.