

## Перспективы применения композитных материалов при обустройстве месторождений

*Э.С. Караев, А.Б. Акишев*

*Тюменский Индустриальный Университет*

**Аннотация:** Каждый год для реализации любого нефтегазового проекта в условиях Крайнего Севера крупнейшие нефтегазовые компании применяют новые технологии. Это связано с попытками снизить стоимость обустройства и эксплуатации месторождения. В статье раскрываются преимущества применения композитных материалов при строительстве нефтяных и газовых месторождений. Приведена стоимость применения композитных и металлических опор. Показаны основные объекты, строительство которых возможно с применением композитов, а также сделаны выводы по масштабному внедрению данного материала при строительстве.

**Ключевые слова:** композитные материалы, обустройство месторождений, строительство, снижение трудоемкости, уменьшение сроков строительства.

В связи с увеличением стоимости стали на рынке РФ и улучшением технологии производства композитных материалов возникает необходимость пересмотреть отношение к композитным материалам и внедрению новых инновационных технологий при обустройстве месторождений.

Цель статьи - провести сравнительный анализ между традиционными методами обустройства с помощью стальных конструкций и обустройством с применением композитных материалов.

Объектом исследований являются данные нефтегазовых компаний и компаний производителей.

Методы исследования: сбор и анализ полученной информации при участии в проекте INкорпорация.

Обустройство месторождений на севере Тюменской области имеет свою специфику по сравнению с традиционным строительством в черте города. А именно:

- 1) Отдаленность места строительства от крупных городов.
- 2) Сложности в транспортировке строительных материалов в связи со слабыми грунтами.

3) Повышенная стоимость строительно-монтажных работ на объектах в связи с тяжелыми условиями на севере.

4) Необходимость в максимально сжатые сроки построить и сдать объект в связи с высокой доходностью последних во время эксплуатации.

5) Повышенные требования к стойкости строительных конструкций к внешним воздействиям из-за суровых климатических и химических условий.

Согласно этим особенностям, возникает потребность в легких, долговечных и быстро возводимых строительных конструкциях [1]. Данными параметрами обладают композитные материалы, чего, к сожалению, лишены стальные конструкции, но тем не менее в большинстве случаев при проектировании обустройства месторождений предпочтение отдается стальным конструкциям, а композитные конструкции пока ещё не нашли такого сильного распространения, как конструкции из стали.

Но резкое возрастание цен на сталь в последнее время подстегивает интерес к данной теме со стороны нефтегазовых компаний, которые занимаются вышеуказанным вопросом и которых он касается напрямую.

### **Применение металла при обустройстве месторождений**

В данное время при обустройстве месторождений в большинстве своём применяется металл в то время, как он:

#### **1. Сильно подорожал**

По данным журнала «Металлоснабжение и сбыт» цены на металл за последние 4 года сильно возросли. По сравнению с ценой металла за 02.07.2014 года: 29747 р/т, современная цена на 19.11.2021: 83767 р/т, рост 282%.

А в период с 09.07.2020 года по 19.11.2021 года цена возросла с 42811 рублей за тонну до 83767 рублей за тонну, что составляет 195,7%.

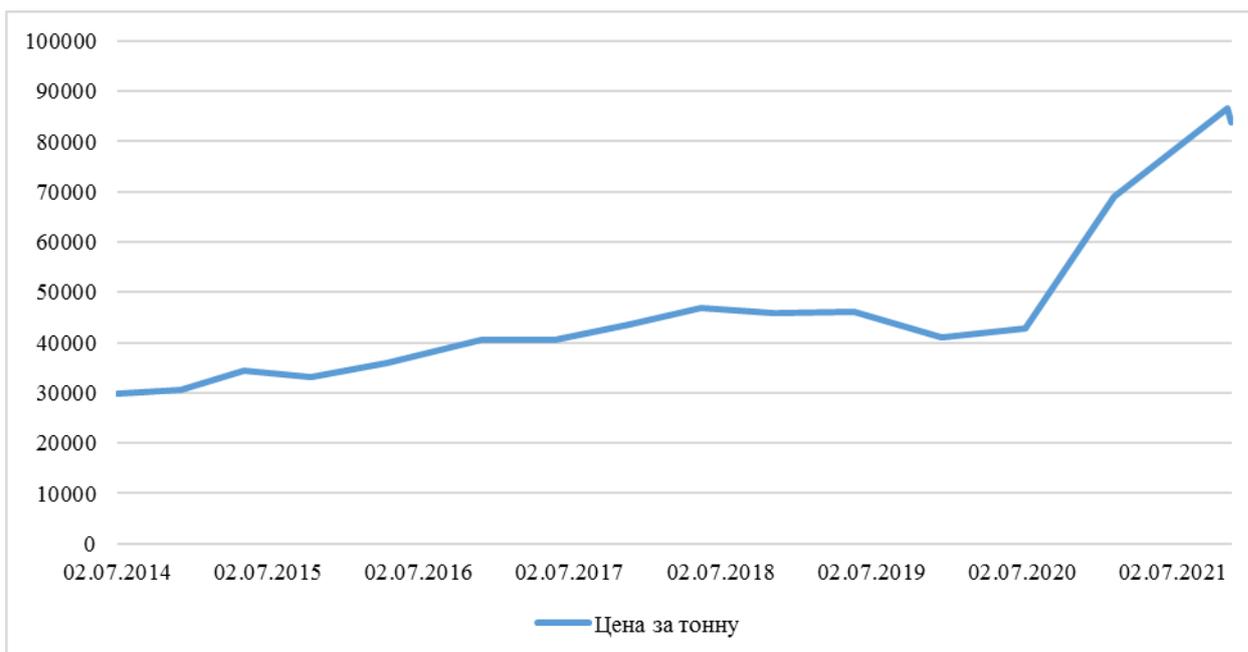


Рис. 1. – График изменения цен на стальные конструкции

## 2. Подвержен коррозии

Сталь в связи со своими химическими свойствами очень сильно подвержена коррозии, даже просто находясь на воздухе, она со временем покрывается ржавчиной и будет терять свои прочностные характеристики, что вызывает риск неконтролируемых и скрытых деформаций. В связи с этим приходится применять особые антикоррозионные мероприятия по защите металла от коррозии, требующие дополнительных затрат: труда рабочих для антикоррозионного покрытия, дополнительных материалов для контроля сплошности изоляционного покрытия, что увеличивает сроки обустройства и, следовательно, сроки вовлечения объектов в производство, и ведет к дополнительным издержкам со стороны заказчика.

## 3. Требует больших трудозатрат по монтажу [2].

Стальные конструкции имеют большой удельный вес  $7800 \text{ кг/м}^3$ , что вызывает сложности при монтаже последних, так как человеческое тело не способно поднимать такой вес, в связи с чем приходится:

- Затрачивать больше времени на их монтаж

- Привлекать спецтехнику в связи с высокой грузоподъемность последних.

Также при монтаже металлических конструкций возникают риски падения металлических конструкций, что требует дополнительных мероприятий по защите рабочих от опасности, в связи с чем, пока кран работает с большим грузом, необходимо освободить большую площадь в зоне возможного отрыва груза, из-за чего иные работы в данной зоне приостанавливаются, что опять же приводит к задержкам и невозможности освоения фронта работ, пока ведутся работы краном.

4. Вызывает затраты на транспортные расходы в связи с высоким удельным весом.

Нефтегазовые месторождения находятся в отдалении от асфальтированных автомобильных дорог, в связи с чем требуют дополнительных затрат на обустройство дорог до объектов строительства.

Но дороги, которые обустривают до объектов строительства, сильно отличаются от обычных асфальтированных дорог, они уступают последним в надежности и удобстве эксплуатации, что вызывает дополнительные траты при перевозке конструкций с высоким удельным весом или вовсе делает невозможным доставку последних не по зимнику, что вызывает риски срыва сроков строительства в связи с изменением климатических условий.

В то время как недостатки применения стальных конструкций в виде увеличения цены и сложности в доставке либо не устраняются, либо только ухудшаются, композитные материалы, наоборот, начинают набирать обороты, их цена не сильно изменилась за последние годы, а характеристики улучшились.

Огнестойкость возросла по сравнению с прошлыми годами.

На данный момент имеются композитные материалы со степенью огнестойкости R27, что позволяет применять их в следующих конструкциях со степенью огнестойкости IV (R15):

- Кабельные эстакады [3]
- Отдельно стоящие опоры
- Площадки обслуживания
- Переходные мостики [4]
- Входные группы

И при этом композитные материалы имеют отличные свойства, которых нет у металла – это антикоррозионная стойкость, низкий удельный вес, следовательно, легкость при монтаже и перевозке, что снижает трудозатраты и стоимость перевозки данных материалов [5].

Пусть композитные материалы и повысили свою прочность, но тем не менее её пока недостаточно, чтобы повсеместно вводить их при обустройстве месторождений, так как в некоторых конструкциях есть требования по прочности и огнестойкости, которых композитным материалам по-прежнему не хватает [6].

Временные дорожные покрытия, плиты НЦК [7]

Плиты-НЦК – это композиционные дорожные покрытия (размер - 4x2 метра), используемые для строительства в кратчайшие сроки временных дорог в труднодоступных районах [8].

Применение композиционных плит-НЦК позволяет:

- исключить расходы на подготовку основания;
- сокращает время устройства дороги в 3 раза, а трудозатраты в 11 раз;
- исключает риски соскальзывания, опрокидывания техники; [9]
- исключает расходы на техническое обслуживание полотна. Успешно испытаны и применяются в нефтегазовом секторе.

Опоры ВЛ-6/10 кВ

---

Опоры ВЛЭП представляют собой конструкцию, предназначенную для поддержания проводов над землей на необходимой высоте. Применение композиционных материалов в конструкции опор позволяет:

- существенно снизить массу, что приводит к снижению стоимости СМР и транспортировки [10]
- увеличить срок службы опор
- повысить надежность эксплуатации ВЛЭП и снизить эксплуатационные затраты. Продукт испытан, его эксплуатационные характеристики доказаны ОРГРЭС и СибНИИЭ.

Для сравнения приведена стоимость композитной промежуточной опоры и металлической промежуточной:

Таблица № 1

Сравнение стоимости композитной и металлической опоры

Наименование опоры	Вес, кг	Высота, м	Стоимость, руб.
Композитная промежуточная	≈40	7	20 191
Металлическая промежуточная	308	9,45	31 720

Также рассмотрены некоторые параметры применения композитных и стальных опор на примере Бованенковского месторождения:

Таблица № 2

Сравнение параметров применения композитной и металлической опоры

Параметры	Композитные опоры	Стальные опоры
Стоимость	46.94 млн. руб.	64.34 млн. руб.
Стоимость логистики	Вес одной опоры составляет 40 кг	Вес одной опоры составляет порядка 300 кг

---

---

Параметры	Композитные опоры	Стальные опоры
Обслуживание конструкции	Требуется регулярное обслуживание, особенно в агрессивных средах	Минимальное обслуживание
Срок службы	Может достигать 65 лет	30 лет

В заключение можно сказать, что применение композитных материалов позволит значительно сократить трудозатраты, а следовательно, и сроки обустройства месторождений, за счет свойств, описанных выше и исключения работ по антикоррозионной защите конструкций, так как они сами являются коррозионностойкими.

Но тем не менее на сегодняшний день существует недостаточное количество нормативно-методической документации для масштабного внедрения композитных материалов. Заказчики еще боятся внедрять данную технологию в строительстве технологически сложных объектов, опасаясь рисков, способных возникнуть в период реализации.

### Литература

1. Галкин В.И. Новые эффективные методы производства изделий из волокнистых композиционных материалов. Москва: МАТИ имени К.Э. Циолковского, 1997. 53 с.

2. Шитова И.Ю., Самошина Е.Н., Кислицына С.Н., Болтышев С.А. Современные композиционные строительные материалы. Пенза: ПГУАС, 2015. 133 с.

3. Умаров А.Г., Меретуков З.А., Умаров Р.Г. К вопросу внедрения современных материалов и технологий в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2021, №2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2021/6833](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2021/6833).

4. Иванов А.К., Ситников А.И., Шляпин С.Д. Композиционные материалы. Москва: Издательство Юрайт, 2019. 253 с.
5. Польской П.П., Маилян Д.Р. Композитные материалы - как основа эффективности в строительстве и реконструкции зданий и сооружений. // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307)
6. Цыганков А.П., Балацкий О.Ф., Сенин В.М. Технический прогресс – химия – окружающая среда. М., Химия, 1979. 296 с.
7. Баженов Ю. М., Богатов А. Д., Асташов А. М., Ерофеев В. Т., Завалишин Е. В., Никитин Л. В., Коротаев С. А. Силикатные и полимерсиликатные композиты каркасной структуры роликового формования. Москва: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2009. 160 с.
8. Баженов Ю.М., Данилов А.М., Гарькина И.А., Королев Е.В., Соколова Ю.А. Системный подход к разработке и управлению качеством строительных материалов. Москва: Издательство «ПАЛЕОТИП», 2006. 188 с.
9. Ronald F.G. Principles of Composite Material Mechanics. Boca Raton, FL: CRC Press, 2016. 698 p.
10. Sumit S. Composite Materials: Mechanics, Manufacturing and Modeling. Boca Raton, FL: CRC Press, 2021. 558 p.

### References

1. Galkin V.I. Novye effektivnyye metody proizvodstva izdelij iz voloknistykh kompozicionnykh materialov [New efficient methods for the production of products from fibrous composite materials]. Moskva: MATI imeni K.E. Ciolkovskogo, 1997. 53 p.
-

2. Shitova I.Yu., Samoshina E.N., Kislicyna S.N., Boltyshev S.A. *Sovremennye kompozicionnye stroitel'nye materialy* [Modern composite building materials]. Penza: PGUAS, 2015. 133 p.
3. Umarov A.G., Meretukov Z.A., Umarov R.G. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2021, №2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2021/6833](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2021/6833).
4. Ivanov A.K., Sitnikov A.I., Shlyapin S.D. *Kompozicionnye materialy* [Composite materials]. Moskva: Izdatel'stvo Yurajt, 2019. 253 p.
5. Pol'skoj P.P., Mailyan D.R. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2012, №4 (chast' 2). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307)
6. Cygankov A.P., Balackij O.F., Senin V.M. *Tekhnicheskij progress –himiya – okruzhayushchaya sreda* [Technical progress - chemistry – environment]. M., Himiya, 1979. 296 p.
7. Bazhenov YU. M., Bogatov A. D., Astashov A. M., Erofeev V. T., Zavalishin E. V., Nikitin L. V., Korotaev S. A. *Silikatnye i polimersilikatnye kompozity karkasnoj struktury rolikovogo formovaniya* [Roll-formed silicate and polymer silicate composites]. Moskva: Izdatel'stvo Associaciya stroitel'nyh vuzov, 2009. 160 p.
8. Bazhenov YU.M., Danilov A.M., Gar'kina I.A., Korolev E.V., Sokolova YU.A. *Sistemnyj podhod k razrabotke i upravleniyu kachestvom stroitel'nyh materialov* [A systematic approach to the development and quality management of building materials]. Moskva: Izdatel'stvo «PALEOTIP», 2006. 188 p.
9. Ronald F.G. *Principles of Composite Material Mechanics*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2016. 698 p.
10. Sumit S. *Composite Materials: Mechanics, Manufacturing and Modeling*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2021. 558 p.