

2. Малотоннажные российские заводы по производству СПГ захватывают свою долю европейского рынка // Региональная энергетика и энергосбережение. 17 апреля, 2017. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <https://energy.s-kon.ru> (дата обращения 01.03.2018).
3. От малого к большому. Почему малотоннажное производство СПГ может стать новой «большой волной» // PwC. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <https://www.pwc.ru/publications/Small-going-big.pdf> (дата обращения 01.03.2018).
4. Пределы гибкости: сможет ли рынок СПГ повторить путь нефтяного рынка? // Forbes, 19 июля 2017. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <http://www.forbes.ru> (дата обращения 01.03.2018).
5. Россия выходит на рынок СПГ не поздно и не рано – вовремя // Газета «Ведомости» от 14.02.2018 [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.vedomosti.ru/> (дата обращения 09.03.2018).
6. Сжиженный природный газ в мире и России: текущее состояние и перспективы развития // Vostock Capital, 12 Февраль, 2017. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <https://www.vostockcapital.com> (дата обращения 01.03.2018).
7. Global LNG: Gorgon & the Global LNG Monster // Deutsche Bank Markets Research, 17 September 2012 (дата обращения 01.03.2018).
8. World Energy Outlook 2017 // International Energy Agency, 14 November 2017 (дата обращения 01.03.2018).

УДК 678.8

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКНАМИ, ДЛЯ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

Татаринович А.В.

Белорусский национальный технический университет

Быстрый прогресс в технологии строительных материалов привел к появлению новых материалов со специальными свойствами, направленными на безопасность, экономичность и функциональность структур. Класс конструкционных материалов, который был изначально разработан много лет назад, но в последнее время привлек внимание инженеров, участвующих в строительстве различных сооружений, в том числе мостов и тоннелей, – это армированные волокном полимерные композиты. Результаты многих исследований показали, что этот вид материалов обладает такими выдающимися свойствами, как высокая удельная прочность, высокая усталость и сопротивление окружающей среде, легкий вес, жесткость, высокая рентабельность и быстрая сборка, но в то же время изготовление данного материала требует больших финансовых затрат, также, все еще ничего неизвестно о его долговечности и, к тому же, армированные волокном полимерные композиты имеют низкий класс огнестойкости.

Использование материалов из армированного волокном полимера для восстановления повреждений распространено во всем мире из-за его легкости, высокой прочности и коррозионной стойкости. Поскольку традиционные методы укрепления стандартных сооружений являются дорогостоящими и трудоемкими, ученые разработали много новых, которые упрощают армирование полимерного волокна для ремонта и модернизации различных сооружений. Волокнистые полимерные композиты представляют собой смесь полимерной смолы (например, сложного полиэфира, эпоксидной смолы) в качестве связующего вещества и материала с жесткими волокнами (например, стеклом, углеродом, бором), действующими в качестве фазы консолидации.

Существует много различных типов волокон, которые можно комбинировать с различными полимерными материалами. Наиболее распространено стекловолокно и углеродные волокна. Выбор волокон для композитов полимерных материалов зависит от того, где этот материал будет использоваться. В настоящее время волокнистые композиты используются в различных деталях для военных самолетов: фюзеляжи и крылья, армированные углеродным волокном полимера и т.д., для коммерческих самолетов: первый авиалайнер Boeing 787 с металлическими композитными трубками, используемыми в качестве элементов рамы и фермы ребер в средней части фюзеляжа, а также в качестве рычага перетяжки шасси на одном из орбитальных аппаратов, для космического телескопа: антенная стрела, для граждан-

ской инфраструктуры (балки, сборные колонны и т.д.) и для производства возобновляемой энергии (например, комбинированные ветровые турбины).

Таким образом, благодаря своим выдающимся свойствам и превосходным качествам по сравнению с традиционными материалами, волокнистые полимерные композиты считаются материалами будущего в строительстве мостов и тоннелей.

Список использованных источников

1. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // *Авиационные материалы и технологии*, 2012. – С. 7-17.
2. Чурсова Л.В., Ким А.М., Панина Н.Н., Швецов Е.П. Наномодифицированное эпоксидное связующее для строительной индустрии // *Авиационные материалы и технологии*, 2013. – С. 40-47.
3. Луговой А.Н., Савин В.Ф. О стандартах подходов к оценке характеристик стержней из волокнистых полимерных композиционных материалов // *Стройпрофиль*, 2011. – С. 30-32.

УДК 639.3.06

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДЕРЖАНИЯ САДКОВОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ

Тихонов Е.А.

Аннотация. В настоящее время промышленное выращивание рыбы в садках развивается в Республике Карелия, в Псковской области, а также в других регионах и странах. С увеличением объемов производства рыбы возрастает актуальность технологических, технических и биологических проблем получения экологически безопасной продукции рыбного хозяйства. В представленной работе рассматриваются технические аспекты совершенствования конструкции садкового модуля для промышленного выращивания рыбы.

Цель работы: уменьшение затрат на систему фиксации положения кластера садков.

Задача, которую необходимо решить для достижения данной цели заключается в разработке новой системы фиксации садков с учетом их взаимодействия в кластере.

Для решения данной задачи использован патентный поиск и анализ сильных и слабых сторон известных технических решений садков и их систем.

Разработана система удержания садкового модуля, в которой не подразумевается использование круглозвенных цепей, а натяжение системы обеспечивается балансирами. Кроме того, учет вертикальной составляющей при расчете реакции опоры якоря позволило более точно рассчитать необходимую массу якорей с учетом уменьшения силы трения и архимедовой силы.

Ключевые слова: аквакультура; система удержания садкового модуля, моделирование динамических систем.

Введение. В настоящее время промышленное выращивание рыбы в садках развивается в Республике Карелия [1], в Псковской области [2], а также в других регионах [3, 4] и странах [5, 6]. С увеличением объемов производства рыбы возрастает актуальность технологических, технических и биологических проблем получения экологически безопасной продукции рыбного хозяйства [1, 8].

В представленной работе рассматриваются технические аспекты совершенствования конструкции системы удержания садков для промышленного выращивания рыбы. В данной области, как правило применяется так называемая «Норвежская система удержания» [10]. Основной особенностью данной системы является применение круглозвенных якорных цепей, соединяющих удерживающий канат и якорь. При работе системы удержания часть цепи лежит на дне, а часть висит в толще воды, тем самым, с одной стороны, обеспечивая натяжения всей системы канатов и исключая вертикальную составляющую силы действующей на якорь.

К недостаткам данной системы можно отнести неоправданно большое количество канатов и грузов. Так же стоимость 1 метра круглозвенной цепи очень высока.