

УДК 620.22

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ И КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ: СИНЕРГИЯ СВОЙСТВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ**

Семён Алексеевич Никифоров

студент

snik20030304@yandex.ru

Сергей Юрьевич Астапов

кандидат технических наук, доцент

astapovv@mail.ru

Ирина Александровна Астапова

ассистент

irina_astapova@inbox.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Современные технологические достижения во многом определяются развитием материаловедения – науки, изучающей создание и применение веществ в промышленности, энергетике, транспорте и других ключевых сферах. Свойства материалов задают рамки для инженерных разработок, определяя эффективность, надежность и экологичность технологий. Так, внедрение возобновляемых источников энергии и снижение углеродного следа требуют создания веществ, объединяющих прочность, долговечность и минимальное влияние на природу.

Ключевые слова: сталь, композиционные материалы, применение, физические свойства.

Сталь, играющая основную роль в развитии цивилизации, представляет собой сплав железа с углеродом (до 2%) и легирующими добавками – хромом, никелем и другими, повышающими ее эксплуатационные характеристики. Высокая прочность, пластичность и доступность делают ее базовым материалом для инфраструктуры: от мостов и высотных зданий до транспорта и бытовых устройств [1].

Композиты, в отличие от традиционных сплавов, создаются искусственно путем комбинации разнородных компонентов – например, полимерной основы с углеродными волокнами или металла с керамическими включениями. Их ключевое преимущество – способность адаптировать свойства под конкретные нужды: они могут превосходить сталь по прочности при меньшем весе, что критично в авиа- и ракетостроении, где масса напрямую влияет на эффективность. Интеграция таких материалов открывает новые горизонты для инноваций, сочетая легкость, устойчивость к нагрузкам и коррозии [2-4].

Свойства стали. Сталь обладает тремя важнейшими механическими характеристиками: прочностью, жесткостью и пластичностью. Благодаря своей прочности она способна выдерживать огромные нагрузки, не разрушаясь, что делает её незаменимой для строительства мостов, высотных зданий и промышленных установок. Жесткость стали обеспечивает устойчивость к деформации, что особенно важно в конструкциях, где даже незначительный изгиб может привести к серьёзным последствиям, например, в каркасах небоскрёбов. Пластичность, или способность деформироваться без разрыва, особенно полезна в сейсмически активных зонах – стальные конструкции могут изгибаться, поглощая энергию землетрясений, вместо того чтобы разрушаться. Добавление легирующих элементов, таких как марганец или ванадий, позволяет точно регулировать свойства стали. Однако сталь подвержена коррозии, особенно в условиях повышенной влажности или контакта с солёной средой. Ржавчина не только ухудшает внешний вид, но и постепенно разрушает материал, снижая его прочность. Для решения этой проблемы разработаны специальные методы. Одним из ключевых преимуществ стали является её

технологичность в обработке и ремонте. Материал легко режется, гнётся, штампуется и прокатывается при относительно низких температурах. Ремонт стальных конструкций, как правило, проще, чем композитных: повреждённые участки можно заменить или усилить на месте, используя стандартное оборудование, без необходимости в сложных технологиях. Всё это делает сталь незаменимой в массовом производстве, строительстве и других отраслях, где ключевыми факторами остаются надёжность, доступность и проверенные временем методы работы.

Свойства композиционных материалов. Композиты отличаются уникальным сочетанием малого веса и высокой прочности, что делает их прорывными по сравнению с классическими металлами. К примеру, углепластик, состоящий из углеродных волокон и полимерной основы, может превосходить сталь по прочности, оставаясь при этом на 70...80% легче. Это особенно важно в авиационной и космической отраслях: уменьшение массы корпуса самолёта или ракеты напрямую влияет на экономию топлива и увеличение полезной нагрузки. Ещё одним важным преимуществом композитов является их устойчивость к коррозии. В отличие от металлов, они не ржавеют и не разрушаются под воздействием воды, солей, кислот или щелочей. Это делает их идеальными для использования в агрессивных средах. Кроме того, отсутствие коррозии снижает затраты на обслуживание – такие конструкции не нуждаются в регулярной покраске или замене повреждённых частей. Гибкость в проектировании открывает широкие возможности для инженеров и дизайнеров. Технология послойного армирования позволяет создавать детали сложной формы с точно заданными характеристиками прочности. В строительстве композиты используются для создания арочных конструкций или обтекаемых фасадов, которые сложно или дорого реализовать из металла. Однако у композитов есть и свои недостатки. Их обработка требует специального оборудования: резка или сверление могут быть сложными, а ремонт повреждений часто невозможен без использования автоклавов и

дорогих материалов. Тем не менее, их уникальные свойства продолжают находить применение в самых разных областях.

Преимущества и недостатки стали. Сталь продолжает оставаться одним из наиболее популярных материалов благодаря своим проверенным временем достоинствам. Её выдающаяся прочность делает её незаменимой для создания долговечных конструкций, таких как небоскрёбы, способные противостоять сильным ветрам, или мосты, выдерживающие постоянные нагрузки от транспорта. Кроме того, сталь отличается доступностью: железо, основной её компонент, является вторым по распространённости металлом в земной коре, а отработанные технологии производства делают её относительно недорогой. Ещё одним преимуществом стали является её технологичность. Однако у стали есть и свои недостатки. Основным из них является склонность к коррозии. В условиях повышенной влажности или при контакте с солями стальные конструкции начинают ржаветь, теряя до 1–2% своей массы ежегодно, что вынуждает проводить регулярное техническое обслуживание. Ещё одним ограничением является большой вес стали. Это делает её менее пригодной для отраслей, где важна минимальная масса. Даже в строительстве вес стальных каркасов требует усиления фундаментов, что увеличивает общую стоимость проектов. Таким образом, сталь идеально подходит для задач, где важны доступность и проверенная надёжность, но в высокотехнологичных отраслях её постепенно заменяют более лёгкие и устойчивые материалы.

Преимущества и недостатки композиционных материалов. Композиты обладают уникальными преимуществами, которые переопределили стандарты во многих отраслях. Их лёгкость в сочетании с высокой прочностью на сжатие и растяжение делает их незаменимыми там, где критична масса. В строительстве мостов композитные балки сокращают нагрузку на опоры, а в автомобилестроении карбоновые детали кузова электромобилей увеличивают запас хода за счёт снижения веса. Кроме того, композиты демонстрируют устойчивость к коррозии – они не ржавеют, не реагируют на влагу, кислоты или соли, что позволяет использовать их в морской воде

(корпуса катеров), химических реакторах или даже в имплантатах, где биосовместимость и долговечность жизненно важны. Однако за эти преимущества приходится платить. Высокая стоимость композитов связана с дорогими компонентами (например, углеродные волокна) и энергоёмкими технологиями производства. Сложность обработки и ремонта – ещё один минус. Резка или сверление композитов приводят к расслоению волокон, а для восстановления повреждённой детали часто нужны специальные смолы, прессы и нагрев, что невозможно в полевых условиях. Таким образом, композиты идеальны для ниш, где их преимущества перевешивают недостатки: аэрокосмическая отрасль, премиум-сегмент автомобилей, медицинские технологии. Но в массовом производстве или там, где важна простота обслуживания, их применение пока ограничено.

Перспективы. Развитие новых материалов движется в двух направлениях: совершенствование традиционных сплавов и прорывные технологии в композитах. Для стали акцент смещается на создание сплавов с «умными» свойствами: например, стали с памятью формы, которые восстанавливают исходную конфигурацию после деформации, или наноструктурированные стали, где размер зерна металла уменьшен до нанометров, что повышает прочность без потери пластичности. Активно развивается 3D-печать композитов, позволяющая создавать сложные детали с минимальными отходами – от индивидуальных протезов до элементов спутников. Экологические аспекты становятся ключевыми. Для стали главный вызов – сокращение углеродного следа. С композитами сложнее: их слоистая структура затрудняет переработку. Будущее применение материалов будет определяться их способностью решать глобальные задачи. Сталь сохранит роль в инфраструктуре «зелёной» энергетики: опоры для ветрогенераторов, водородные трубопроводы, накопители для солнечных электростанций. Композиты захватят ниши, где нужны легкость и многофункциональность: авиация, медицина, электроника.

Заключение. Выбор между сталью и композиционными материалами всегда зависит от конкретных задач. Сталь, проверенная десятилетиями, остаётся оптимальным решением там, где требуется доступность, ремонтпригодность и способность выдерживать экстремальные нагрузки. Её главные недостатки – вес и коррозия – постепенно нивелируются новыми сплавами и технологиями. Композиты, напротив, открывают возможности для инноваций в высокотехнологичных отраслях. Их лёгкость, коррозионная стойкость и гибкость в проектировании незаменимы в авиации, медицине или электронике. Однако высокая стоимость и сложность переработки пока ограничивают их массовое применение. Ключевой тренд будущего – синергия материалов. Гибридные решения, такие как сталь, усиленная углеволокном, или биокompозиты с «умными» свойствами, объединят преимущества обоих классов.

Материаловедение продолжит менять мир, но успех будет зависеть от баланса между инновациями, экономикой и экологией. Сталь и композиты не конкуренты, а союзники, каждый из которых найдёт свою нишу в технологиях завтрашнего дня.

Список литературы:

1. Фокин И. В., Стуров А. А., Иванов Ю. Н. Перспективы развития композиционных материалов в XXI веке // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: Сборник статей XV Всероссийской научно-технической конференции, Иркутск, 22 декабря 2020 года. Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет. 2021. С. 208-211. EDN HLNMMU.
2. Назначение и выбор металлических материалов: учебное пособие / В. Р. Бараз, М. А. Филиппов, М. А. Гервасьев. / Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2016. 192 с.
3. Найденов А.А., Хатунцев В.В., Кузнецов П.Н. Перспективы использования композиционных материалов в сельском хозяйстве // Наука и Образование. 2020. Т. 3, № 4.

4. Лыкова А. Б., Стурова Д.Ю., Хатунцев В.В. Особенности применения композиционных материалов в сельском хозяйстве // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-научоград РФ, 25-27 октября 2023 года. Мичуринск: Общество с ограниченной

UDC 620.22

**MECHANICAL PROPERTIES OF STEEL AND COMPOSITE
MATERIALS: SYNERGY OF PROPERTIES FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT IN CONSTRUCTION AND MANUFACTURING**

Semyon Al. Nikiforov

student

Sergey Yu. Astapov

candidate of technical sciences, associate professor

astapovv@mail.ru

Irina Al. Astapova

assistant

irina_astapova@inbox.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. Modern technological advances are largely determined by the development of materials science, the science that studies the creation and use of substances in industry, energy, transport and other key areas. The properties of materials set the framework for engineering developments, determining the efficiency, reliability and environmental friendliness of technologies. Thus, the introduction of renewable energy sources and the reduction of the carbon footprint

require the creation of substances that combine strength, durability and minimal impact on nature.

Keywords: steel, composite materials, application, physical properties.

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 21.03.2025; принята к публикации 31.03.2025.

The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 21.03.2025; accepted for publication 31.03.2025.