

EDN: VSTOPF

УДК 330.43

**В. А. ПЕНЧУК, В. А. СИДОРОВ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**

**Аннотация.** В работе на основании анализа использования внешней энергии и материалов, применяемых в строительной индустрии, определена закономерность, связанная с усложнением технологии производства и увеличением удельной энергии для стройиндустрии. Показана последовательность возникновения и развития технологий, составляющих основу современной цивилизации. Выполнена историческая классификация применения различных видов энергии и материалов в строительстве. Установлено неполное соответствие концепции технологических укладов в таких аспектах влияния на процесс развития общества, как энергия и материалы. Анализ используемых материалов позволил отследить закономерность, связанную с усложнением технологии их получения и использования в строительстве. Управление качеством выпускаемых материалов и изделий строительной индустрии и построение прогнозных моделей её развития требует знаний о свойствах современных строительных материалов и изделий, базирующихся на эффективных технологических решениях прошлого.

**Ключевые слова:** строительная индустрия, энергия, строительные материалы, историческое развитие.

**ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ**

Человек выжил в сложных климатических условиях Земли благодаря тому, что по складу своего ума он может думать и решать задачи, которые ставит перед ним конкретная и виртуальная действительность.

Выдающийся физик Дж. Дж. Томсон (1856–1940 гг.) отмечал, что в техническом прогрессе участвуют три основных элемента, которые определяют ход развития общества: знания, энергия и материал [1].

В своей работе «Эскиз исторической картины прогресса человеческого разума» французский философ, математик Ж. А. Кондорсе (1794–1794 гг.) [2] пишет, что «прогресс наук обеспечивает прогресс промышленности, который сам затем ускоряет научные успехи...».

Необходимо отметить, что в XX веке русский ученый Н. Д. Кондратьев [3] сделал допущение, что прогресс промышленности имеет циклический характер с фазами затухания и нарастания длинных волн (таблица).

**Таблица – Циклы Н. Д. Кондратьева**

Цикл	Годы
I повышающая волна	с 1785–1790 гг. по 1810–1817 гг.
I понижающая волна	с 1810–1817 гг. по 1844–1851 гг.
II повышающая волна	с 1844–1851 гг. по 1870–1875 гг.
II понижающая волна	с 1870–1875 гг. по 1890–1896 гг.
III повышающая волна	с 1890–1896 гг. по 1914–1920 гг.
III понижающая волна	с 1914–1920 гг. по 1925–19.... гг.

В дальнейшем теория волнового развития Н. Д. Кондратьева получила развитие в работах С. Ю. Глазьева и Д. С. Львова, которые показали доминирующее влияние на развитие общества технологических укладов [4, 5]. Понятие «технологический уклад» (в современном понимании) – это набор технологий, соответствующих данному этапу исторического развития [6, 7, 8].

© В. А. Пенчук, В. А. Сидоров, 2023



Принципы пространственно-временного детерминизма, положенные в основу классификации развития общества по технологическим укладам, имеет ряд неточностей и недостатков [9]:

- они не объясняют закономерности развития общества до 1795 года;
- использование обобщенного фактора развития общества (технологических укладов) не показывает влияние на него инновационных процессов в создании новых материалов и новых видов энергии.

## ФОРМУЛИРОВКА ЦЕЛИ СТАТЬИ

В работе предполагается рассмотреть технологические уклады относительно источника энергии и используемых материалов в строительстве.

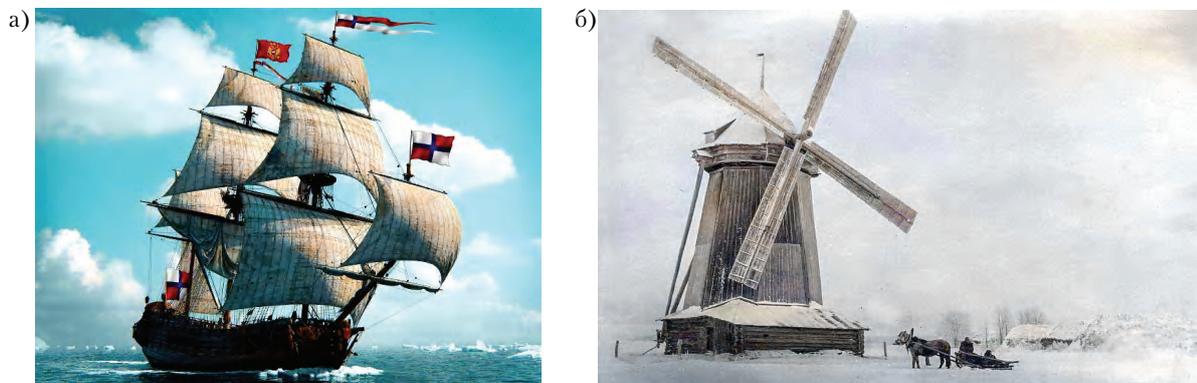
## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Строительная индустрия относится к числу наиболее консервативных отраслей экономики, темпы внедрения в которую различных технологических инноваций существенно отстают от средних темпов в машиностроении, сельском хозяйстве и других отраслях промышленности. Тем не менее практически все главные компоненты строительного процесса (строительные материалы и изделия, производственные процессы и технологии) претерпели за долгие годы наблюдений весьма значительную трансформацию.

Реализация любого технического решения, в строительстве в том числе, требует использование внешней энергии.

1. *Сила гравитации* – первая сила, с которой познакомилось человечество, на планете Земля более известная как сила тяжести. Выполняет работу при опускании грузов, работе маятниковых часов, перемещении материалов и предметов по наклонным поверхностям, не требуя при этом дополнительной энергии. Применяется при создании механических аккумуляторов энергии.

2. *Сила ветра* стала основой Великих географических открытий человечества и приводом ветряных мельниц, разнообразных по конструкции и назначению (рис. 1). В настоящее время ветровые генераторы стали одним из элементов «зелёной энергетики», однако проблемы, связанные со шквалами, штормами, ураганами, полным штилем делают этот источник энергии непредсказуемым.

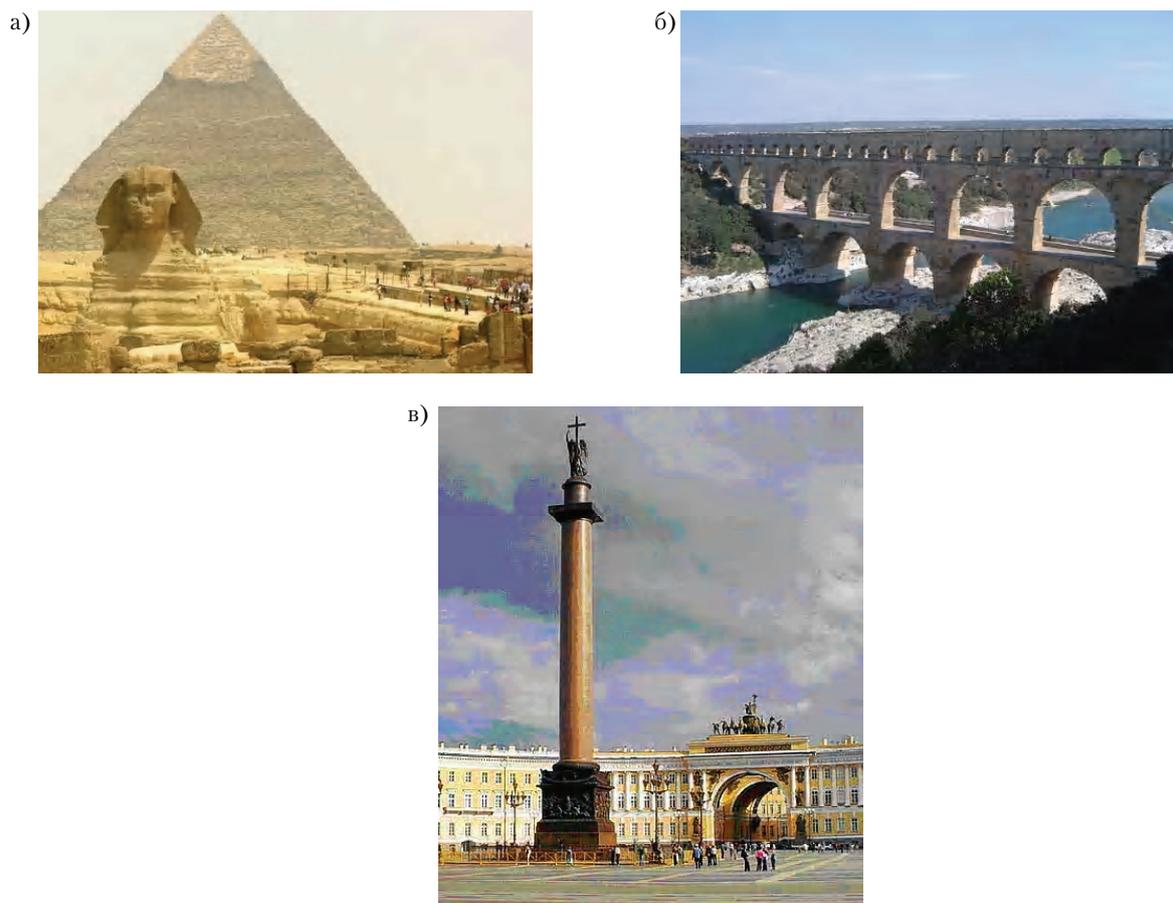


**Рисунок 1** – Использование силы ветра: а) 64-пушечный линейный корабль Балтийского флота «Ингерманланд»; б) ветряная мельница в селе Алешково.

3. *Сила упругости* – одно из внутренних свойств материала. Наблюдение за наклоном деревьев при порывах ветра стало подсказкой при изобретении луков, арбалетов, пружин и др. Сейчас используется в пружинах часовых механизмов и железнодорожных вагонов, шинах автомобилей, джамперах, при банджи-джампинге, в спортивных снарядах и др.

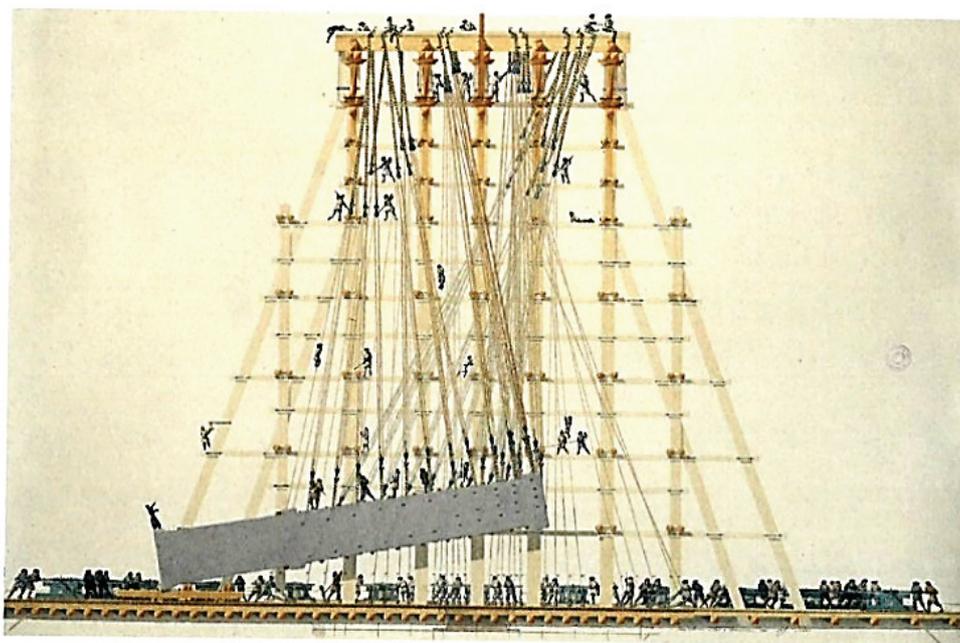
4. *Мышечная сила* человека или животных была единственным источником энергии для реализации многих строительных проектов (рис. 2). Например, египетские пирамиды, храмы Древней Греции, римские акведуки, средневековые соборы, Александровская колонна и др.

Для преобразования энергии использовались механизмы, построенные на основе простых механизмов Архимеда: рычаг, ворот, блок, клин, винт. Например, для установки Александровской колонны



**Рисунок 2** – Строительные объекты, построенные с использованием мускульной силы: а) пирамиды; б) акведук Пон-дю-Гар; в) Александровская колонна.

массой 600 т были использованы леса, полиспасты и кабестаны (рис. 2в и рис. 3). Многие из этих технологий забыты, поэтому кажутся невозможными к повторению в современных условиях.



**Рисунок 3** – Подъём Александровской колонны 30 июня 1832 года, (рисунок Адамини, помощника Монферрана).

Вряд ли будет повторён подвиг строителей египетских пирамид, но ручной труд является основным при строительстве, ремонте механического оборудования, роботов, автомобилей, самолётов и при сборке космических ракет. Изменились приспособления, появились инструменты с особыми свойствами, приборы-советчики (например, лазерные центровщики, но в основе – сила мускулов, умноженная на багаж знаний, накопленных человечеством за прошедшие века.

5. *Сила падающей воды* безусловно впервые была использована возле рек, ручьёв, водопадов. Водяное колесо позволило вращать жернова мельниц, приводить в движение станки, воздуходувки, кузнечные молоты и др. Эти механизмы работают и сегодня, поражая простотой и продуманностью конструкции (рис. 4).



Рисунок 4 – Водяное колесо.

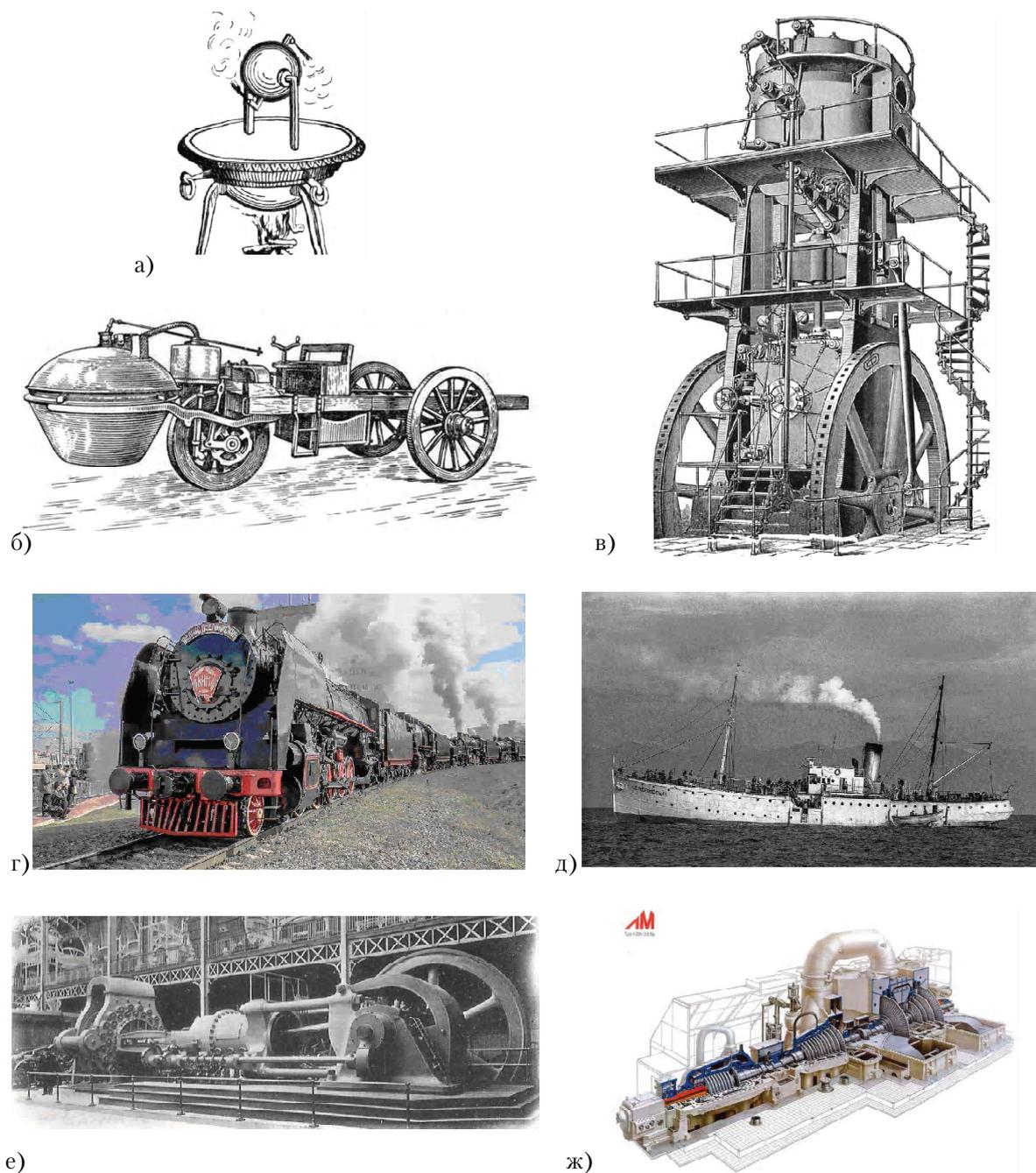
Обычно, рассмотрение истории технологических укладов, начинают с создания Ричардом Аркрайтом в 1772 году прядильной машины «Waterframe» с приводом от конного или водяного двигателя. Это позволило механизировать труд и положить начало промышленному производству в текстильной промышленности.

Современные электростанции и сейчас весьма эффективно используют силу падающей воды. Достаточно вспомнить электростанции: «Три ущелья» в Китае, бразильско-парагвайская ГЭС «Итайпу», российская «Саяно-Шушенская». Передать силу воды, возможно без значительных потерь на относительно небольшие расстояния. После преобразования энергии в электрическую расстояния увеличиваются до нескольких тысяч километров.

6. *Сила пара* – это первый из видов энергии, создаваемый человеком и подвластный регулированию. Можно предположить следующую последовательность рассуждений создателей паровых машин – вода, испаряемая солнечной энергией, превращается в пар, в закрытой ёмкости необходимо преобразовать его в ветер. Солнечную энергию из-за суточного и сезонного непостоянства заменили тепловой энергией сжигаемого топлива. На различных стадиях развития в качестве топлива использовались: дрова, уголь, нефть, газ, атомная энергия. Но схема использования энергии пара оставалась неизменной – нагрев воды в замкнутом объёме, создание необходимого давления и применение для реализации поступательного или вращательного движения (рис. 5).

Начало эпохи пара связывают с созданием подвижных машин с независимым источником энергии – паровозов и железных дорог, водного транспорта, широким внедрением паровых двигателей в промышленное производство. Сегодня на тепловых и атомных электростанциях применяются паровые машины.

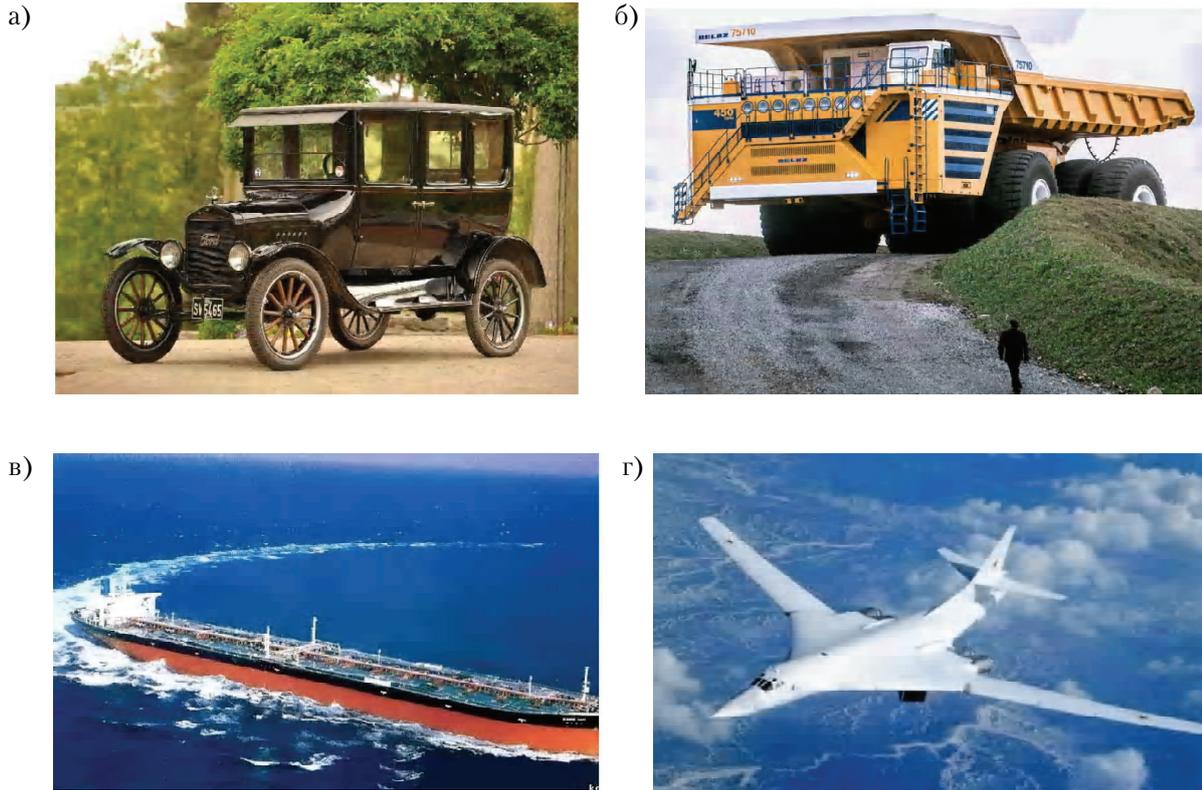
7. *Энергия химических реакций* известна давно – изобретение «греческого огня», пороха, динамита, нитроглицерина – примеры её применения. Изобретение бензинового двигателя внутреннего сгорания, дизельного и реактивных двигателей – открывших эпоху автомобилей, самолётов, теплоходов, тепловозов, космических кораблей (рис. 6) – изменило многое в истории человечества.



**Рисунок 5** – Паровые машины: а) паровая турбина Герона Александрийского; б) паровая повозка Кьюньо (1763 г.); в) двигатель вертикального наддува Allis; г) паровоз «Феликс Дзержинский»; д) пассажирский пароход «Комсомолец» на Байкале; е) двигатель Кокерилла образца 1900 г.; ж) паровая турбина.

Современный этап истории можно было бы назвать «эпохой автомобилей», учитывая их количество, вспомогательную инфраструктуру в виде дорог, заправок, станций технического обслуживания и др. Топливом служат: бензин, дизельное топливо, сжиженный газ (метан, пропан), сжиженный водород и др. Недостаток – низкий КПД. Для перемещения объекта массой 50...100 кг из пункта А в пункт Б требуется дополнительно переместить автомобиль массой 1 000...3 000 кг. По данному показателю лучший результат у БЕЛАЗ-75 710 – при общей массе 840 т он перевозит 450 т, но обратно идёт без полной загрузки.

8. *Солнечная энергия* – фактически, это энергия термоядерной реакции, происходящей за 150 млн км от Земли, использовалась всегда. В настоящее время более известны солнечные батареи, генерирующие электрический ток при безоблачной погоде в светлое время суток.



**Рисунок 6** – Машины, использующие энергию химических реакций: а) Ford T модель 1908 года; б) БЕЛАЗ – 75710; в) нефтеналивной танкер, грузоподъёмностью 350 тыс. т; г) Ту-160 ракетноносец с крылом изменяемой стреловидности.

Наиболее часто в техногенной цивилизации используется механическая энергия для перемещения, измельчения строительных материалов, их перемешивания и в других случаях. Исходя из полученных данных, наиболее универсальным, перемещаемым на значительные расстояния, часто используемым источником энергии является электричество, которое является основой радиосвязи, телеграфа, телефона, телевидения, систем контроля и управления, компьютерных технологий и др.

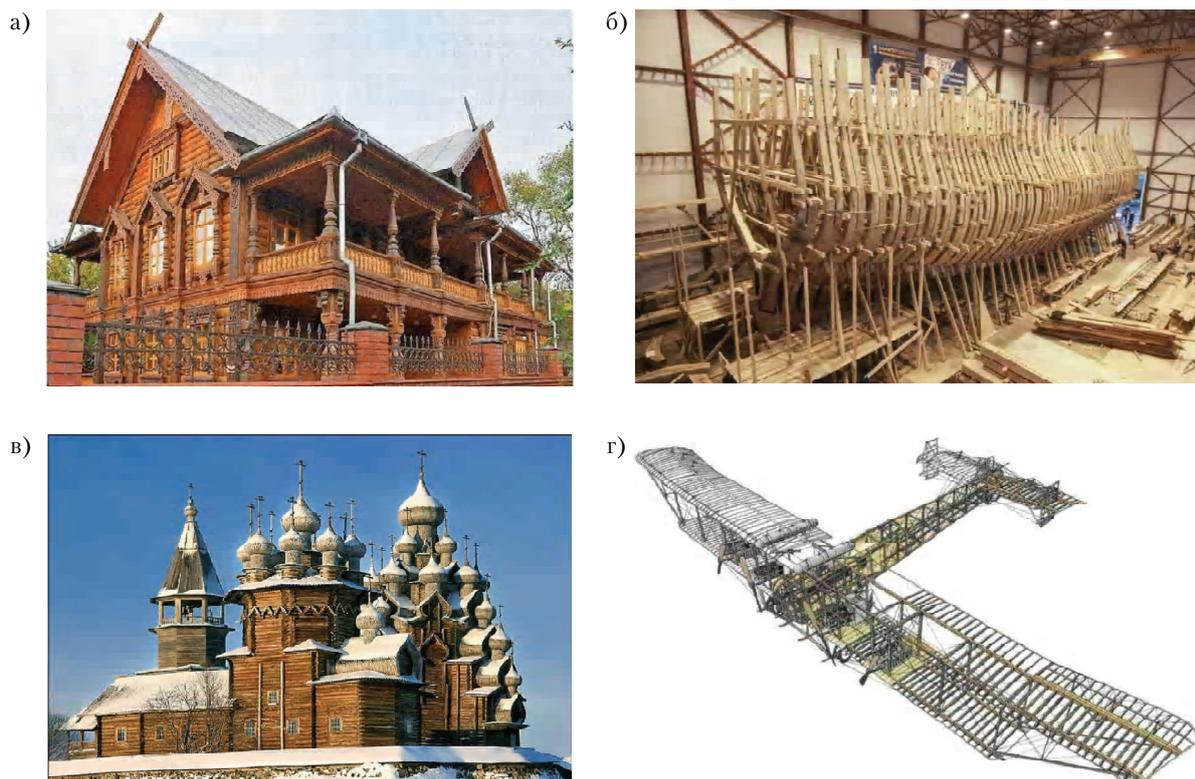
Как указывалось выше, на различных исторических этапах для решения инженерных задач в строительстве использовались различные материалы, доступные для обработки на определенном историческом этапе.

1. *Древесина* – наиболее универсальный материал для строительства домов, кораблей, средств передвижения, самолётов (рис. 7). Это самый древний строительный, экологически чистый материал, хорошо сопротивляется статическим и динамическим нагрузкам, весьма лёгкий и в то же время прочный.

2. *Камень* – строительный материал, вследствие высокой стойкости, долговечности и прочности являющийся одним из самых популярных (рис. 8). Применяется давно, но требует обработки. Для обработки используют инструменты, выполненные из более твёрдого материала – металла. Твёрдость гранита не останавливала древних строителей храмов, статуй, обелисков ни в Египте, ни в Индии. Построенный из диабазы Воронцовский дворец – подтверждение сохранности древних ручных технологий наряду с набережными, домами и дворцами Санкт-Петербурга. Искусство скульпторов, при работе с камнем, превосходит все ожидаемые возможности.

3. *Металлы*. На планете Земля металлы выполняют особую роль – это основа современной цивилизации. Компьютерные системы, скоростные поезда, автомобили, суда и корабли в океане, самолёты и вертолеты в небе, космическая и строительная техника, энергетика, финансовая система и др. – их невозможно представить без металлов, которым придается определенная форма. Металлы можно обрабатывать, ковать, сжимать, обрабатывать, но первым этапом является получение литой заготовки из руды. Первым расплавленным металлом была медь, вернее её сплавы – бронзы.

Сначала использовались метеориты и самородки, а далее стало возможным получать металлы из руд. Искусство извлечения металлов из руд получило название «металлургия». Наиболее часто



**Рисунок 7** – Сооружения из древесины: а) дом купца Тетюшинова в Астрахани; б) верфь в Лахте корабля «Полтава»; в) музей-заповедник Кижи; г) «Илья Муромец» без полотняной обшивки.

понятие металл связывают с железом и его сплавами – сталью и чугуном. Возможности этих сплавов позволяют железу оставаться ему основой развития человечества несколько тысячелетий. Вернее – развитие человечества происходит благодаря развитию технологии получения и использования железа. Современная промышленность является результатом преобразования и использования железа. В ряду конструкционных материалов сплавы железа стоят на первом месте (90 % из всех металлов, применяемых в производстве) и не уступят его долгое время, несмотря на всё более широкое применение лёгких цветных металлов, полимерных и керамических материалов.

Некоторые сооружения, машины и агрегаты, изготовленные из железа и стали, приведены на рис. 9. Применение этого металла издавна было разнообразным, из него делали украшение, оружие, инструменты, сельскохозяйственный инвентарь, машины, средства передвижения, строили мосты, здания, использовали при добыче полезных ископаемых. К этому следует добавить возможность повторного использования стали – изношенный механизм можно переплавить и изготовить ещё один такой же или совсем другой. Технологии обработки стали универсальны, но имеют свои секреты, позволяя совершенствовать современную технику.

Основные отрасли, использующие сталь:

- строительство зданий, сооружений, мостов, тоннелей;
- металлургия – металлургические машины;
- горное дело – горные машины, буровая техника;
- сельское хозяйство – комбайны, культиваторы, сеялки;
- машиностроение – станки, роботы, технологические линии;
- автомобилестроение – от легковых до большегрузных автомобилей;
- железнодорожный транспорт – локомотивы, вагоны;
- авиастроение – самолёты, вертолёты, экранопланы;
- судостроение – сухогрузы, танкеры, паромы;
- тракторостроение и многое другое.

Если что-то невозможно изготовить из металла, то всё равно для этого используют машины и механизмы, изготовленные из стали.



**Рисунок 8** – Объекты из камня: а) Петра, храм-мавзолей Эль-Хазне; б) Воронцовский дворец; в) памятник Петру I; г) трубка из нефрита – экспонат в мексиканском музее; д) Франческо Кейроло «Избавление от чар»; е) А. И. Тербенёв – атланты Эрмитажа.

Третий технологический уклад (1880–1930 гг.) получил название «Эпоха стали» (Вторая промышленная революция) и начался в 1875 году с изобретения бессемеровского процесса и строительства

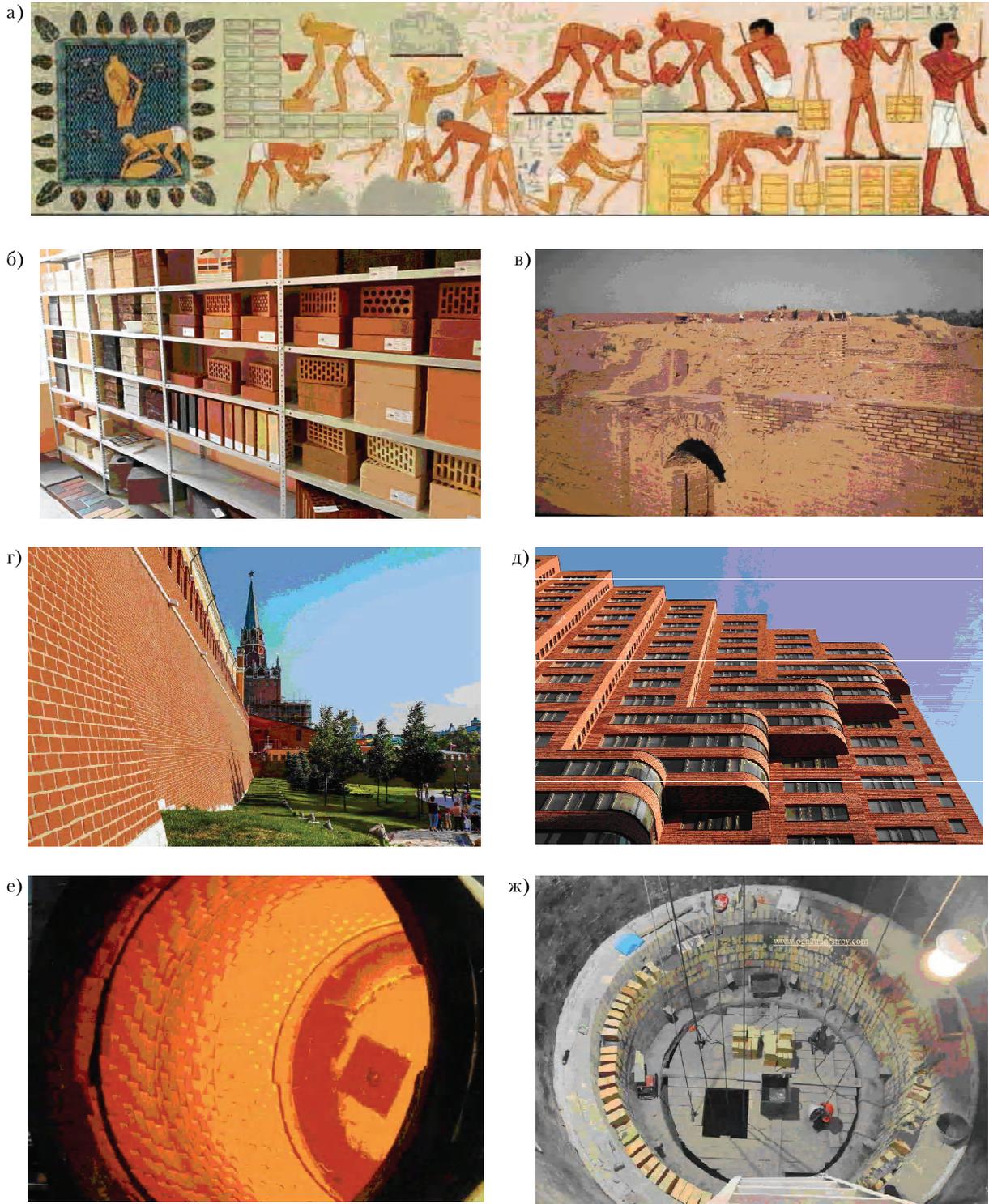


**Рисунок 9** – Изделия из железа и стали: а) железная колонна, Дели, Индия; б) башня Александра Гюстава Эйфеля; в) самые высокие здания; г) самый высокий мост Мило (Франция).

на базе конвертора Бессемера завода Edgar Thomson Steel Works в Питтсбурге. Эпоха продолжается по сей день.

**4. Кирпич** – первый искусственный строительный материал, позволяющий решать большое число строительных задач (рис. 10).

Разделение большого объекта на малые части – один из приёмов решения изобретательских задач. Решение этой задачи пять тысяч лет тому назад было настоящей революцией в строительстве и привело к развитию земледелия в Древнем Египте, в Месопотамии. Способ изготовления кирпичей и кирпичной кладки не менялся со времён Древнего Египта. Хотя на каждом историческом этапе технология изготовления совершенствовалась и развивалась. Существуют разные размеры кирпича, различные технологии его изготовления, но в целом процессы смешивания и подготовки материала, его формовки и обжига остались неизменными. Преимущества кирпича – прочность, плотность, износостойкость, морозостойкость, хорошая звукоизоляция, экологичность и др. подтверждается многолетним опытом применения в строительстве. Отдельно следует выделить огнеупорный кирпич, без которого невозможен целый ряд металлургических, энергетических, химических и др. технологий. Эта древняя и современная технология имеет применение на всех материках земного шара и развивается.



**Рисунок 10** – Изделия из кирпича: а) изготовление кирпича в Древнем Египте; б) образцы современного кирпича; в) древний Вавилон; г) Кремлевская стена; д) кирпичная Москва; е) сталеразливочный ковш; ж) кирпичная футеровка доменной печи.

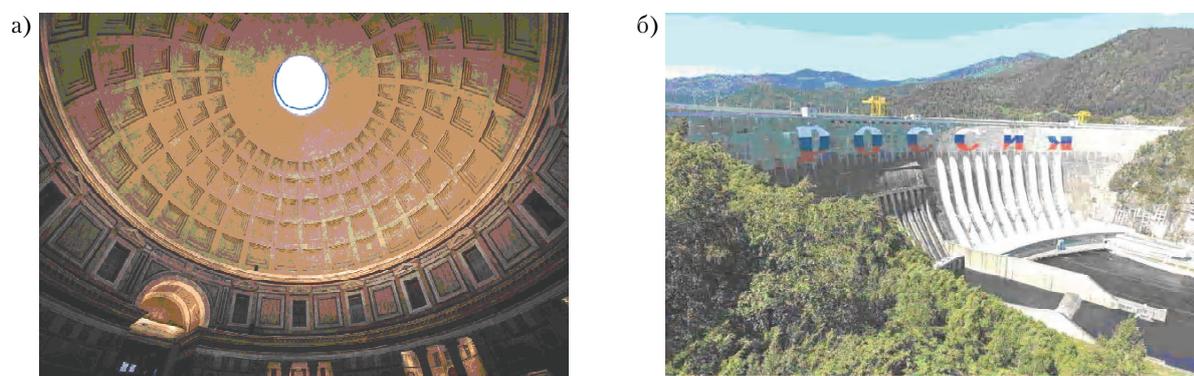
5. Технологии изготовления *керамических материалов и изделий из них* во многом соответствуют технологии производства кирпича. Наиболее ранняя керамика – это посуда. Современная керамика – это изделия машиностроения, приборостроения, авиационной промышленности, энергетики – изоляторы, полупроводниковые и сверхпроводящие материалы и др. Основные виды керамики – фарфор,

шамот, фаянс, майолика, карбиды вольфрама и кремния. Существует керамика карбидная, алюмооксидная, циркониевая, нитридная. Нанокерамика используется для производства изделий с особыми свойствами, заданными техническими условиями. Свойства пьезокерамики позволяют использовать её в акселерометрах – вибрационных датчиках. Армированная керамика – один из новых материалов.

6. *Бетон* – составная часть железобетона – основного композиционного материала мостов, небоскрёбов, монолитных каркасов и прочих сооружений. Уникальные свойства данного искусственного строительного материала позволяют его использовать в строительстве жилья, плотин, дорожного полотна, мостов, волнорезов и причалов, атомных и гидроэлектростанций и др.

Характеристики бетона, используемого для различных целей, существенно разнятся. Изготавливают его из вяжущего вещества (цемента, извести, гипса), воды, песка, наполнителей (гравий, щебень, керамзит, шлак), различных добавок (стальные опилки, пемза, туф), с помощью которых можно изменять свойства бетонной массы: морозостойкость, истираемость, вес, водонепроницаемость, жаростойкость, теплоизоляцию и др.

Бетон широко использовался в Древнем Риме. Патент на «римский цемент» получил в 1796 году Джеймс Паркер. Патент на портландцемент современного типа в 1824 году получил Джозеф Аспдин. В 1817 году Вика изобрёл цементный клинкер. Параллельно росту производства портландцемента происходило расширение использования цементных растворяемых и бетонных смесей в строительстве (рис. 11).

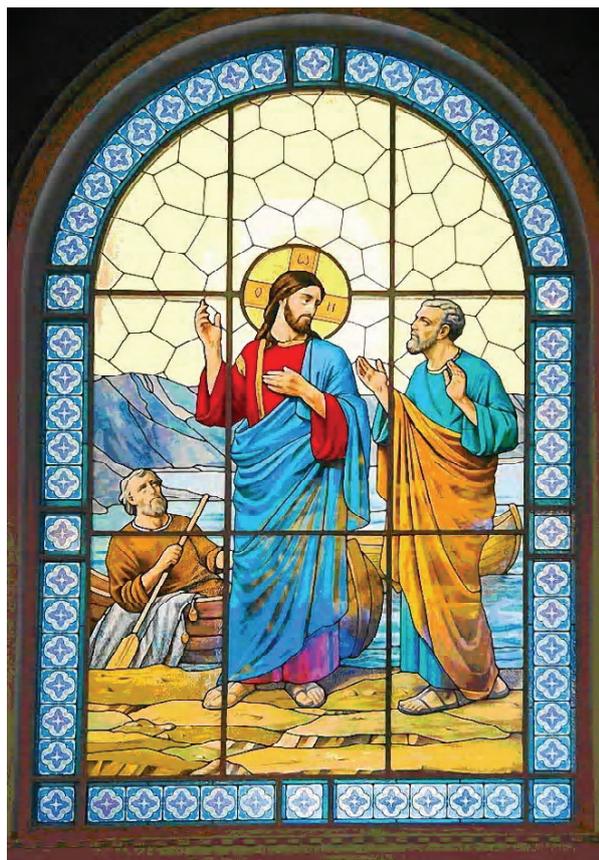


**Рисунок 11** – Объекты, построенные из бетона: а) купол Пантеона выполнен из неармированного бетона; б) Саяно-Шушенская гидроэлектростанция.

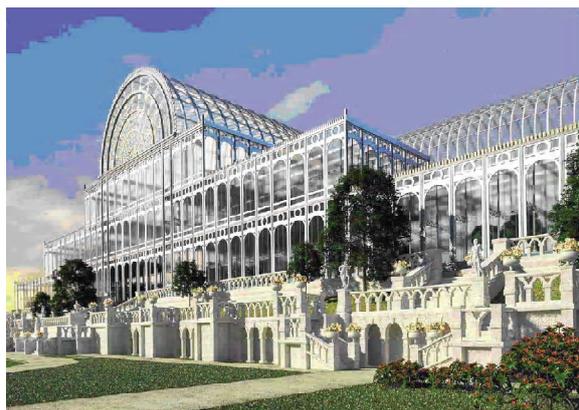
7. *Стекло* – прозрачный материал, имеющий аморфное строение, сочетающий свойства твёрдого тела и сверхвязкой жидкости. У стекла нет температуры плавления – есть температура размягчения. Существует природное стекло, но разглядеть в речном песке прозрачный материал – это не просто открытие, это то, что полностью изменило технологию строительства. Современные стеклянные фасады небоскрёбов уже никого не удивляют. Освоение технологии стекла требовало решения многих инженерных задач, из которых получение жидкого стекла не самая трудная. Долго стекло производилось ремесленным способом. Только в начале XX века появился способ механического производства оконного стекла.

Свойства стекла позволяют ему выдерживать давления морских глубин и холод космического пространства. В зависимости от основного компонента стекло бывает: оксидным, фторидным, сульфидным. Известно стекло: фосфатное, силикатное (содово-известковое; калийно-известковое; калийно-свинцовое), германатное, боросиликатное, фторидное, сульфидное, промышленное (строительное, техническое, электровакуумное, тарное, лабораторное, безопасное, оптическое, сортовое). Из стекла изготавливают посуду, оптику, лабораторные сосуды, лампы накаливания, витражи и др. Существует стекло: оконное плоское (листовое), автомобильное, стеклопакет, стеклоблоки, бронированное, кварцевое, стеклокерамика, свето- и фоточувствительное, стекловолокно, жидкое, свинцовое (хрусталь). Некоторые примеры применения стекла приведены на рис. 12.

8. *Пластик (пластмасса)* – получил самое широкое распространение в последнее время – это группа материалов синтетического происхождения из угля, природного газа, тяжёлых фракций нефти и др. Изменяя условия полимеризации, химики получают пластики с необходимыми свойствами: мягкие или твёрдые, прозрачные или непрозрачные и т. д. Лёгкий, относительно прочный, химически



а)



б)



в)

**Рисунок 12** – Примеры применения стекла: а) витраж в Морском соборе святителя Николая Чудотворца в Кронштадте; б) хрустальный дворец, Лондон, 1851 год; в) рубиновые звёзды Кремля.

нейтральный, этот технологичный материал используется во всех сферах жизни, представляя основной компонент мусорных свалок из-за длительного времени распада. Современная цивилизация – это цивилизация пластика.

Изделия из пластмасс подразделяются на: листовые, слоистые, волокниты, литьевые массы, пресс-порошки. По типу полимерного связующего пластики подразделяются на: фенопласты, аминопласты, эпоксипласты. По внутренней структуре и свойствам пластики делятся на: термопласты и реактопласты.

Изделия из капрона, нейлона, силикона, синтетических тканей и эластомеров (каучук) во многом заменили естественные материалы и часто превосходят их по функциональным свойствам. В начале XXI века мировой объём годового выпуска полимерных материалов превысил объём выпуска всех металлов: железный век сменился веком полимеров.

9. *Композитные материалы* получают соединением двух и более компонентов, при этом образуются новые материалы с уникальными свойствами, отличными от свойств исходных компонентов. Обычно выделяют: полимерные композитные материалы; стеклопластики; углепластики; боропластики; органопластики; полимеры, наполненные порошками; текстолиты; композитные материалы с металлической матрицей и на основе керамики. Фанерный лист тоже пример композитного материала.

В составе композита принято выделять матрицу и наполнитель, выполняющий функцию армирования. В качестве наполнителей композитов, как правило, выступают углеродные или стеклянные волокна, а роль матрицы играет полимер. Использование композитов обычно позволяет уменьшить массу конструкции при сохранении или улучшении её механических характеристик.

При создании композитов на основе металлов в качестве матрицы применяют алюминий, магний, никель, медь и так далее. Наполнителем служат высокопрочные или тугоплавкие волокна, не растворяющиеся в основном металле частицы различной дисперсности. Композитные материалы

широко применяются в строительстве, авиации и космической технике, ракетостроении, машиностроении, судостроении, радиоэлектронике, производстве бытовых предметов, медтехники и спортивного инвентаря и др.

10. *Графен* – это один слой кристаллической решетки углерода толщиной в 1 атом, предполагается, что это материал будущего. Графен самый тонкий проводник с хорошей теплопроводностью, гибкостью и упругостью, на 97 % прозрачный, прочнее стали и алмаза. Сейчас идёт поиск области применения графена: электроника, куртки, аккумуляторы, теннисные ракетки, добавки к маслам. Возможности будущего: солнечные батареи, опреснители, гибкие дисплеи, сверхчувствительные микропроцессоры, элементы для беспилотников и космических ракет, умная одежда и сверхпрочные конструкции, например, космический лифт.

Пока его стоимость чрезмерно высока, в зависимости от способа получения может иметь различные свойства, пока не совсем понятно, какими должны быть эти свойства, массовое производство графена не налажено – требуется сложная технология производства.

Предполагается, что переход на нанотехнологии позволит получить недоступные ранее результаты. С этими технологиями инженеры знакомы давно – базовые принципы используются при производстве керамики, порошковой металлургии, востребованы в аддитивных технологиях. Более чем десятилетний опыт работы с нанотехнологиями не привёл к появлению прорывных результатов.

Анализ используемых материалов позволяет отследить закономерность, связанную с усложнением технологии их получения и использования в строительстве. Для строительной индустрии важны как способы получения того или иного материала, изготовления изделий из него, так и принципы использования материалов и изделий при возведении зданий и сооружений, включая применяемые машины и технологические решения.

## ВЫВОДЫ

1. Концепция технологических укладов, отражая в целом современный уровень развития технологий, не отражает аспекты влияния на процесс развития общества таких элементов, как энергия и материалы.
2. Управление качеством строительной индустрии требует не только знания о свойствах современных материалов, но и о примерах применения эффективных технологических решений прошлого.
3. Современная строительная индустрия базируется на уже достигнутых технологиях, а также на развитии и расширении применения новых композиционных материалов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Томсон, Д. П. Предвидимое будущее / Джордж Томсон ; пер. с англ. Н. М. Макаровой ; общая ред. В. А. Алексеева ; предисл. акад. А. И. Берга. – Москва : Изд-во иностр. лит., 1958. – 176 с. – Текст : непосредственный.
2. Кондорсэ, Ж. А. Эскиз исторической картины прогресса человеческого разума / Ж. А. Кондорсэ ; пер. И. А. Шапиро ; под ред. и со вступительной ст. Ю. И. Семенова. – 3-е русское изд. – Москва : Гос. публичная ист. б-ка России, 2010. – 230 с. – ISBN 5-85209-244-1. – Текст : непосредственный.
3. Кондратьев, Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения : избранные труды / Н. Д. Кондратьев. – Москва : Альма Матер : Акад. проект, 2015. – 638 с. – ISBN 978-5-8291-1879-2. – Текст : непосредственный.
4. Глазьев, С. Ю. Экономическая теория технического развития / С. Ю. Глазьев ; отв. ред. Д. С. Львов ; АН СССР, Центр. экон.-мат. ин-т. – Москва : Наука, 1990. – 230 с. – ISBN 5-02-011964-4. – Текст : непосредственный.
5. Львов, Д. С. Экономика развития / Д. С. Львов. – Москва : Экзамен, 2002. – 511 с. – ISBN 5-8212-0396-1. – Текст : непосредственный.
6. Шваб, К. Четвёртая промышленная революция / К. Шваб. – Москва : «Эксмо», 2016. – 138 с. – ISBN 978-5-699-90556-0. – Текст : непосредственный.
7. Липкин, Е. ИНДУСТРИЯ 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции / Е. Липкин. – Москва : ООО «Остек-СМТ», 2017. – 224 с. – ISBN 978-5-9907248-2-2. – Текст : непосредственный.
8. Диамандис, Питер. Будущее быстрее, чем вы думаете. Как технологии меняют бизнес, промышленность и нашу жизнь / Питер Диамандис, Стивен Котлер. – Москва : «Манн, Иванов и Фербер», 2021. – 472 с. – Текст : непосредственный.
9. Ивин, А. А. Искусство правильно мыслить / А. А. Ивин ; 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Просвещение, 1990. – 240 с. – Текст : непосредственный.

Получена 30.12.2022

Принята 27.01.2023

В. О. ПЕНЧУК, В. А. СИДОРОВ  
ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ  
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У роботі на підставі аналізу використання зовнішньої енергії та матеріалів, що застосовуються в будівельній індустрії, визначена закономірність, пов'язана з ускладненням технології виробництва і збільшенням питомої енергії для будівництва. Показано послідовність виникнення та розвитку технологій, що становлять основу сучасної цивілізації. Виконано історичну класифікацію застосування різних видів енергії та матеріалів у будівництві. Встановлено неповну відповідність концепції технологічних укладів у таких аспектах впливу на процес розвитку суспільства, як енергія та матеріали. Аналіз використовуваних матеріалів дозволив відстежити закономірність, пов'язану з ускладненням технології їх отримання і використання в будівництві. Управління якістю матеріалів і виробів будівельної індустрії та побудова прогнозних моделей її розвитку вимагає знань про властивості сучасних будівельних матеріалів і виробів, що базуються на ефективних технологічних рішеннях минулого.

**Ключові слова:** будівельна індустрія, енергія, будівельні матеріали, історичний розвиток.

VALENTIN PENCHUK, VLADIMIR SIDOROV  
HISTORICAL ASPECTS OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY  
DEVELOPMENT

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** Based on the analysis of the use of external energy and materials used in the construction industry, a pattern is determined associated with the complexity of production technology and the increase in specific energy for the construction industry. The sequence of the emergence and development of technologies that form the basis of modern civilization is shown. The historical classification of the use of various types of energy and materials in construction has been completed. The concept of technological structures in such aspects of influencing the development of society as energy and materials is not fully consistent. The analysis of the materials employed made it possible to track the pattern associated with the complication of the technology of their production and use in construction. Managing the quality of manufactured materials and products of the construction industry and building forecast models for its development requires knowledge about the properties of modern construction materials and products based on effective technological solutions of the past.

**Keywords:** construction industry, energy, building materials, historical development.

**Пенчук Валентин Алексеевич** – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой наземных транспортно-технологических комплексов и средств ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: совершенствование и модернизация наземных транспортно-технологических машин.

**Сидоров Владимир Анатольевич** – доктор технических наук, доцент кафедры наземных транспортно-технологических комплексов и средств ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: техническое диагностирование механического оборудования промышленных предприятий.

**Пенчук Валентин Олексійович** – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри наземних транспортно-технологічних комплексів і засобів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: удосконалення та модернізація наземних транспортно-технологічних машин.

**Сидоров Володимир Анатолійович** – доктор технічних наук, доцент кафедри наземних транспортно-технологічних комплексів і засобів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технічне діагностування механічного обладнання промислових підприємств.

**Penchuk Valentin** – D. Sc. (Eng.), Professor; Head of Land Transport and Technological Complexes and Facilities Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement and modernization of ground transport and technological machines.

**Sidorov Vladimir** – D. Sc. (Eng.), Associate Professor, Land Transport and Technological Complexes and Facilities Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technical diagnostics of mechanical equipment of industrial enterprises.