

**ПРОИЗВОДСТВО УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН:
РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ (2011 – 2025 гг.)***

**CARBON FIBERS PRODUCTION:
REALITIES AND PROSPECTS (2011 – 2025)**

А.А. ЛЫСЕНКО

A.A. LYSENKO

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)
(Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)

E-mail: thvikm@yandex.ru

В обзоре суммированы данные, характеризующие производство углеродных волокон в мире. Приводятся данные по спросу, мощностям производства углеродных волокон, выпуску углеродных волокон из полиакрилонитрила и пеков. Даются перспективные оценки по производству углеродных волокон.

The review summarizes the data characterizing the world carbon fibers production. Data on demand, capacities of production, and consumption for fibers based on polyacrylonitrile and pitch are given. Prospects for carbon fibers on production.

Ключевые слова: производство углеродных волокон, мощности, объемы потребления и выпуска, перспективы развития отрасли в мире.

Keywords: production of carbon fibers, capacity, consumption and output, prospects for carbon fibers industry development in the world.

Не вызывает сомнения, что производство углеродных волокон (УВ) является одной из важнейших отраслей современной промышленности. Оценка объемов производства УВ, спроса и потребления является важной аналитической и даже футурологической задачей, имеющей серьезное значение для оценки перспектив развития авиа- и кораблестроения, машиностроения и энергетики, производства спортивного инвентаря, медицины, строительства и других отраслей промышленности, науки и технологий, включая оборонные направления.

Анализ публикаций [1...4] показывает, что в обзорах и статьях прежде всего оцениваются:

- проектные мощности производства (зачастую с уточнением – теоретические);

- спрос на УВ;

- потребление (объемы потребления об-суждаются редко и с долей неопределенности).

Аккуратно следует относиться к термину "рынок углеродных волокон". Этот термин предполагает оценку производства (спроса и потребления) в первую очередь в стоимостном выражении. Так, например, в обзоре [5] объем рынка углеродных волокон в 2015-2017 гг. оценивается в размере 2,25...3,40 млрд. USD с перспективой роста в период 2017-2025 гг. на 10,9 %. По данным [4] объем продаж УВ в 2015 г. составил 2,15 млрд. USD. Данные работ [4] и [5] довольно хорошо согласуются и, по-видимому, объективно характеризуют одинаковые аспекты промышленности УВ.

* По материалам пленарного доклада на XXI Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2018" (г. Иваново, ИВГПУ, 2018).

При оценках производства УВ следует обращать внимание на то, что чаще всего речь идет об УВ из ПАН – самого востребованного сегодня полимера – прекурсора. Раздельно приводятся данные по производству легких жгутов (small tow) с количеством филаментов от 3К до 24К (то есть от 1, 3, 6, 12 и 24 тысяч) и тяжелых жгутов (large tow) с количеством филаментов от 48К до 320К (48, 50, 60, 80, 320).

Традиция оценивать объемы производства (мощности по выпуску) легких и тяжелых жгутов связана с существенным различием свойств УВ в них и соответственно сфер их применения. В целом, чем ниже значение К, тем более качественными и дорогими являются углеродные волокна.

Жгуты с высокими значениями К относятся к материалам общепромышленного назначения. Их стоимость может составлять 17...24 USD/кг. Стоимость волокон аэрокосмического назначения (легкие жгуты с 3...12 К) в зависимости от механических показателей может составить 2000 USD/кг. Стоимость некоторых видов волокон из пеков для жгутов 0,5...6 К может достигать 1800...3900 USD/кг [6].

Спрос на углеродные волокна наиболее полно и с перспективой на 2022 г. оценен в обзоре [4]. На рис. 1 представлены показатели роста спроса на углеродные волокна в мире по годам, начиная с 2010 г. и до 2022 г. Суммарно все виды волокон (* – прогнозируемые показатели, данные 2016/2017 гг.).

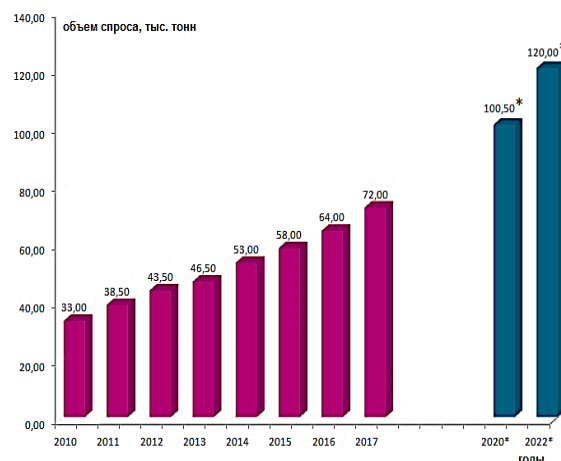


Рис. 1

Согласно приведенным данным спрос на УВ в 2015 г. составил 58 тыс. тонн, что почти в 2 раза больше, чем в 2009, кризисном году (26,5 тыс. т). Темпы роста спроса, начиная с 2010 г., оцениваются в 12 %. Спрос на УВ в 2013 г. составил более 43 тыс. т, а в 2015 г. – 58 тыс. т. Иные данные, на наш взгляд, несколько завышенные, приведены в работе [2] где для 2015 г. спрос оценен в 67 тыс. т. Предполагается, что при темпах роста 10...13% мировой объем спроса к 2020/2022 гг. может достичь 100,5/120 тыс. т [4].

В ряде статей приведены сведения, характеризующие проектные мощности производства УВ из полиакрилонитрила (ПАН) за период с 2010 по 2015 гг., и объемы их выпуска [1...3] (табл. 1).

Таблица 1

| Тип жгутов | Мощность производства по годам и объемы выпуска, тыс. т | | | | | |
|---------------------------------|---|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Легкие жгуты (3...24 К) | 57,65 | 65,05 | 73,30 | 83,25 | 90,75 | 96,25 |
| Тяжелые жгуты (45...320 К) | 20,00 | 22,15 | 25,40 | 32,70 | 38,20 | 43,20 |
| Суммарно легкие и тяжелые жгуты | 77,65 | 87,20 | 98,70 | 115,95 | 128,95 | 139,45 |
| Объем выпуска | 58,36 | 65,47 | 74,17 | 87,71 | 97,91 | 106,26 |

Любопытно, что данные о мощностях производств за 2011 г., приведенные в статье [1], несколько ниже, чем в 2013 г. [3]. Это свидетельствует, в частности, об увеличении темпов роста, по крайней мере, производственных мощностей. Следует учитывать, что в большинстве случаев данные по объемам производственных мощностей и,

тем более, по выпуску продукции являются предположительными.

Сравнивая данные, характеризующие спрос на УВ (рис. 1) и проектные мощности по их выпуску (табл. 1), можно констатировать, что объем спроса в 2,3...2,5 раза ниже, чем заявляемые мощности производства УВ. Так в 2011 г., 2013 г. и 2015 г. спрос

оценивается в 38,5; 46,5 и 58,0 тыс. т – соответственно, а мощности производства в эти же годы предполагались в объеме 87,2; 115,95; и 139,45 тыс. т. Этот факт свидетельствует о высоком потенциале производства УВ, однако реально производственные мощности будут загружены лишь на 49 %.

Несмотря на то, что наибольшие объемы производства относят к углеродным волокнам из ПАН-прекурсоров, в публикациях периодически появляются данные, характеризующие производство волокон из пеков. В обзоре [7], со ссылкой на ряд иностранных источников, констатируется, что мощности по производству волокон из пеков (США и Япония) составили в 2002 г. 1100 т. Это почти в 2 раза ниже показателей 1992 г., то есть за 10 лет выпуск этого типа УВ снизился почти в 2 раза. Более позитивные сведения приведены в работе [1], предполагающие, что с 2009 по 2013 гг. мощности по производству УВ из пеков могли возрасти с 1580 до 1890 т. Основными производителями УВ из пеков выступают японские компании: Nippon Graphite Fiber (марка волокон – GRANOC) и Mitsubishi Plastics (Dialed) и компания из США – Cytec (волокна – Thornel).

Возвращаясь к описанию производства УВ из ПАН, следует привести данные, показывающие мощности производства одиннадцати ведущих компаний, мировых лидеров по выпуску УВ, в тыс. т (сентябрь 2016 г.) [4] (рис. 2).

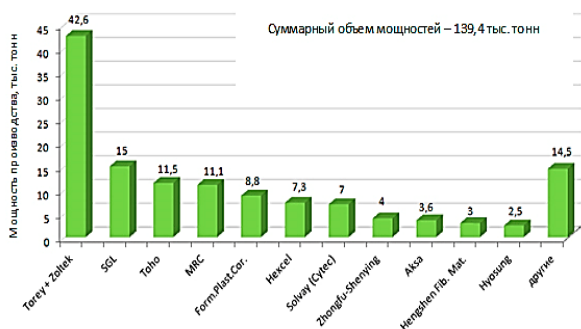


Рис. 2

Самым большим объемом производства (мощности по производству) обладает ком-

пания Torey – 42,6 тыс. т, после приобретения в 2014 г. компании Zoltek. В общем мировом объеме мощностей по производству УВ (139,45 тыс. т) на группу Torey приходится треть всего рынка. Второе место по объему мощностей по выпуску УВ принадлежит объединенной компании SGL-BMW – мощность производства 15 тыс. т; только SGL – 12 тыс. т.

Mitsubishi Rayon (MRC) в 2016 г. завершила расширение своего производства и ее мощности достигли 11,1 тыс. т. Эта компания планирует к 2018 г. увеличить мощности производства до 14,3 тыс. т, в основном за счет расширения производства жгутов с количеством филаментов более 40 000 (40K).

В конце 2015 г. компания Solvay завершила приобретение компании Citec. Расширение производства было закончено в конце 2016 г. Таким образом, общие мощности этой компании составили 7 тыс. т в год.

В этом ряду следует упомянуть южнокорейскую компанию Hyosung, мощности которой по производству УВ по состоянию на 2016 г. составили 2,5 тыс. т. По данным источника [3] целью этой компании является расширение производства к 2020 г. до уровня 8 тыс. т в год.

Впервые упоминается российская компания UMATEX group, мощности по производству УВ которой в 2017 г. должны были составить 1,5 тыс. т, а к 2025 г. по прогнозам должны достичь 3,0 тыс. т [8], [9]. В этих же публикациях прогнозируется рост рынка УВ к 2025 г. до уровня 16,1 тыс. т.

Небольшие приросты мощностей (теоретически) отмечаются у ряда компаний в Китае и Индии. Эти компании (рис. 2, столбец – "другие") суммарно обладали к 2016 г. производственными мощностями в 14,5 тыс. т.

В целом, как и ранее, на рынке доминируют 10 компаний, производителей УВ, охватывающих 87 % его объема.

Какие же факторы и причины выступают в качестве движущих сил развития (драйверов) производства УВ в мире? Об этом относительно адекватно можно судить по данным табл. 2 (потребление УВ в основных областях использования, тыс. т [1]).

| Годы | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Области использования | | | | | | |
| Спорт (инвентарь) | 6,0 | 6,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Аэрокосмическое использование | 5,0 | 7,0 | 8,0 | 10,0 | 11,0 | 13,0 |
| Промышленное* (индустриальное) | 20,0 | 23,0 | 27,0 | 34,0 | 40,0 | 47,0 |
| Общий объем потребления | 31,0 | 36,0 | 42,0 | 51,0 | 58,0 | 67,0 |

Примечание. *Включая: автомобилестроение, ветроэнергетику, гражданское строительство и т.д.

Анализ данных табл. 2 показывает, что наиболее востребованы УВ в индустриальных областях (47 тыс. т или 70%). Темпы роста потребления в промышленности составляют около 12%. В первую очередь, стимул к развитию производства дают такие промышленные направления, как ветроэнергетика и автомобилестроение, потребление УВ в которых составило в 2015 г. 12 и 8 тыс. т.

Предполагается, что к 2020 г. в автомобилестроении будет потребляться 44 тыс. т УВ, а в ветроэнергетике – 24 тыс. т.

Немаловажным образом стимулирует выпуск УВ и развитие авиакосмических производств с темпами роста потребления 12% в год.

И очевидно, что рост потребления и производства УВ будут зависеть как от стоимости самих углеродных волокон, так и от стоимости прекурсоров для них.

https://www.researchandmarkets.com/research/j3t95z/carbon_fiber (Дата обращения :25.05.2018).

6. Фрэнк Т. Оценка промышленных возможностей для приобретения углеродного волокна // Обзор ежеквартально. – 1999, весна. С. 179...194.

7. Лысенко А.А. Перспективы развития исследований и производства углеродных волокнистых сорбентов // Химические волокна. – 2007, № 2. С. 4...11.

8. Тевонян С.М. Применение углеродного волокна и изделий из него в нефтегазовой отрасли // Мат. Междунар. конф. по вопросу применения композитов и изделий из них в нефтегазовой отрасли, 9 октября 2017 г., СПб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://umatex.com/news/kompozity-v-neftegazovoy-otrasli/> (дата обращения: 25.05.2018 г.).

9. Тюнин А.В. Масштабирование рынка композитных материалов в РФ // Межотраслевая конференция по вопросу применения композитов и изделий из них в нефтегазовой отрасли, 9 октября 2017 г., СПб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://umatex.com/upload/iblock/878/878616fd41d397ade2988168d2e02899.pdf> (дата обращения:25.05.2018 г.).

REFERENCES

ЛИТЕРАТУРА

1. Углеродные волокна: большие возможности, но много проблем // Журнал композиты. – 2011, май-июнь, № 65. С. 18...21.

2. Производство углеродного волокна: множество инвестиций и проектов / Журнал композиты. – 2012, апрель-май, № 72. С. 21...24.

3. Производство углеродного волокна: множество инвестиций и проектов / Журнал композиты. – 2013, январь-февраль, № 78. С. 19...22.

4. Майкл Кюнель, Томас Краус. Мировой рынок углепластика // Международный конгресс композиторов (ICC) Дюссельдорф, 28 ноября 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.carbon-composites.eu/media/2307/cfrp-market-report-ec-2016-kuehnel-freigabe.pdf> (дата обращения: 25.05.2018 г.).

5. Анализ рынка углеродного волокна по сырью (ПАН, смола), размеру, применению (Автомобильный, аэрокосмический и оборонный, ветряные турбины, спортивное оборудование, строительство, сосуды под давлением) и прогнозам сегмента, 2014 – 2025 [Электронный ресурс]. Zugangsmodus:

1. Uglyerodnye volokna: bolshie vozmozhnosti, no mnogo problem // Zhurnal kompozity. – 2011, maj-iyun, № 65. S. 18...21.

2. Proizvodstvo uglyerodnogo volokna: mnozhestvo investitsij i proektov / Zhurnal kompozity. – 2012, aprel-maj, № 72. S. 21...24.

3. Proizvodstvo uglyerodnogo volokna: mnozhestvo investitsij i proektov / Zhurnal kompozity. – 2013, yanvar-fevral, № 78. S. 19...22.

4. Majkl Kyunel, Tomas Kraus. Mirovoj rynok ugleplastika // Mezhdunarodnyj kongress kompozitorov (ICC) Dyusseldorf, 28 noyabrya 2016 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.carbon-composites.eu/media/2307/cfrp-market-report-ec-2016-kuehnel-freigabe.pdf> (data obrasheniya: 25.05.2018 g.).

5. Analiz rynka uglyerodnogo volokna po syryu (PAN, smola), razmeru, primeniyu (Avtomobilnyj, aerokosmicheskij i oboronnyj, vetryanye turbiny, sportivnoe oborudovanie, stroitelstvo, sosudy pod davleniem) i prognozam segmenta, 2014 – 2025 [Elektronnyj resurs]. Zugangsmodus: https://www.researchandmarkets.com/research/j3t95z/carbon_fiber (Data obrasheniya :25.05.2018).

6. Frenk T. Ocenka promyshlennykh vozmozhnostej dlya priobreteniya uglerodnogo volokna // Obzor ezhekvaralno. – 1999, vesna. S. 179...194.

7. Lysenko A.A. Perspektivy razvitiya issledovaniy i proizvodstva uglerodnykh voloknistykh sorbentov // Himicheskie volokna. – 2007, № 2. S. 4...11.

8. Tevonyan S.M. Primenenie uglerodnogo volokna i izdelij iz nego v neftegazovoj otrasli // Mat. Mezhdunar. konf. po voprosu primeneniya kompozitov i izdelij iz nih v neftegazovoj otrasli, 9 oktyabrya 2017 g., SPb [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://umatex.com/news/kompozity-v-neftegazovoy-otrasli/> (data obrasheniya:25.05.2018 g.).

9. Tyunin A.V. Masshtabirovanie rynka kompozitnykh materialov v RF // Mezhotraslevaya konferenciya po voprosu primeneniya kompozitov i izdelij iz nih v neftegazovoj otrasli, 9 oktyabrya 2017 g., SPb [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://umatex.com/upload/iblock/878/878616fd41d397ade2988168d2e02899.pdf> (data obrasheniya: 25.05.2018 g.).

Рекомендована кафедрой наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса. Поступила 10.08.18.
