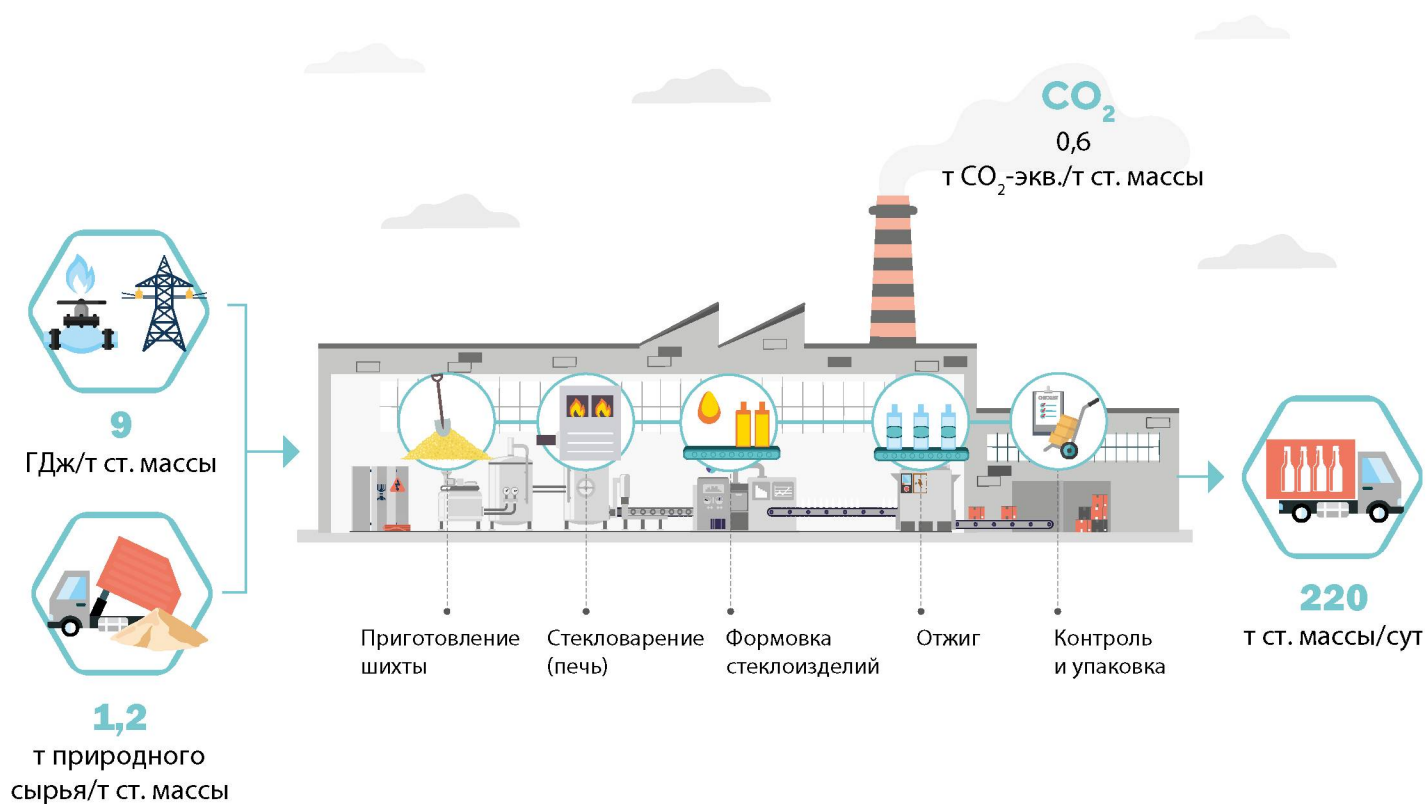


Производственные площадки ООО «Красное Эхо» уже более 150 лет функционируют на территории стекольного края — Гусь-Хрустального района Владимирской области.

Уршельская площадка расположена в столице особо охраняемой природной территории — национального парка «Мещёра». Это та самая

неповторимая Мещёра, леса, озера и реки которой воспеты знаменитыми поэтами, писателями и художниками. Может быть, поэтому цель устойчивого развития ЦУР 12 «Ответственное потребление и производство» воспринимается здесь как чрезвычайно важная и обязательная для достижения.

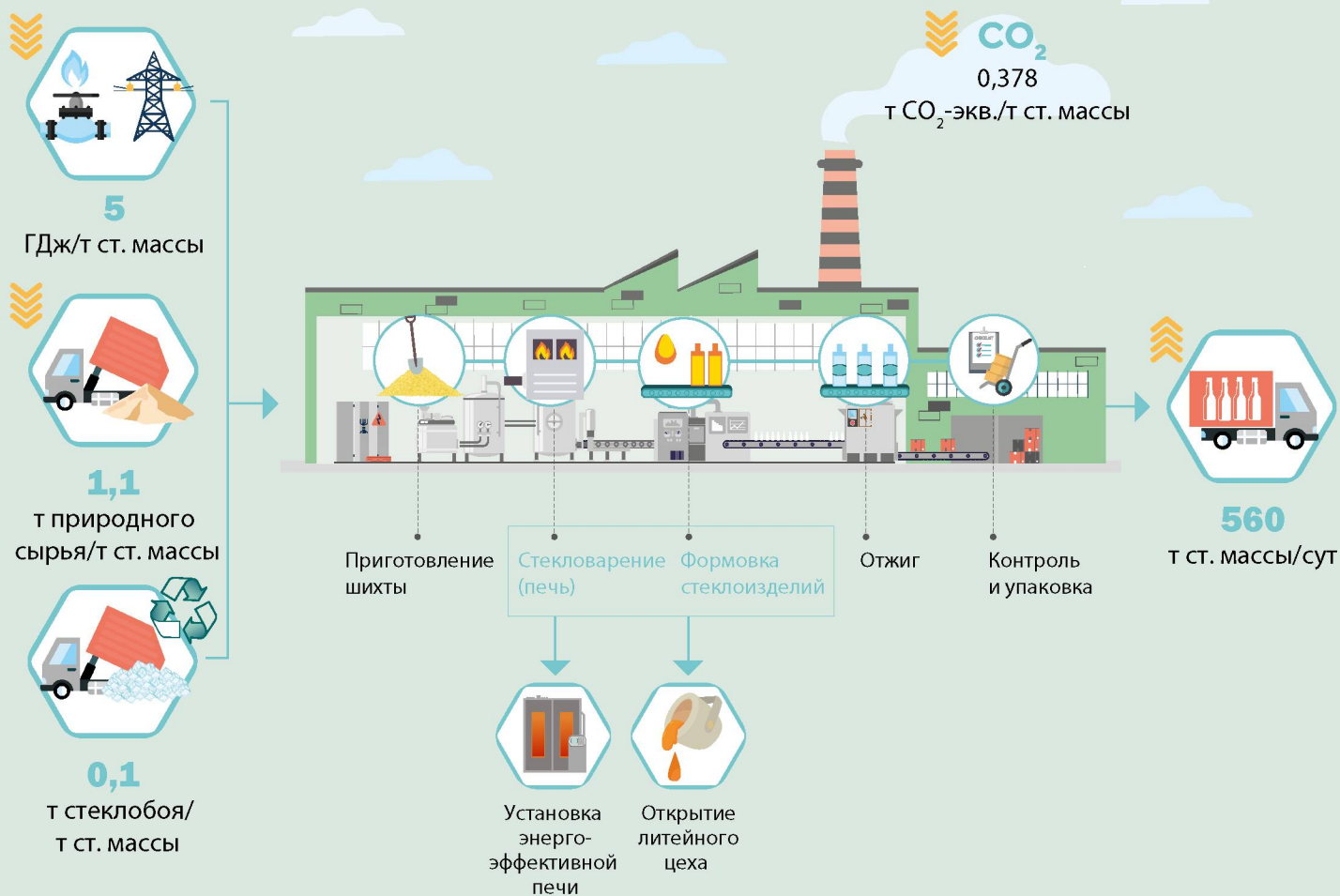
2013



В результате масштабной реконструкции стекольного производства в Уршеле установлены две современные стекловаренные печи, а устаревшие стеклоформирующие автоматы заменены на новые, работающие в двух- и трехкапельном режимах. На предприятии организовано собственное производство формокомплектов, оснащенное новейшим оборудованием.

К 2019–2020 гг. ООО «Красное Эхо» не только достигнуты высокие показатели ресурсной и экологической эффективности производства, но и значительно снижены удельные выбросы парниковых газов (до уровня 378 кг CO₂-экв./т стекломассы). Предприятие полностью соответствует требованиям наилучших доступных технологий и ищет возможности дальнейшего снижения выбросов парниковых газов.

2021



УДК 666.1

ПРОИЗВОДСТВО СТЕКЛА В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «МЕЩЁРА»: СИТУАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ



Д. О. Хаустова

редактор, SMM-специалист,
Государственный
академический театр имени
Евг. Вахтангова, кандидат
искусствоведения

Д. Х. Михайлиди

научный сотрудник
отдела методологии
ресурсосбережения ФГАУ
«НИИ «ЦЭПП», к. э. н.

Е.М. Аверочкин

главный научный сотрудник
научно-консультационного
отдела ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»,
к. т. н.

ВВЕДЕНИЕ

Цель ситуационного исследования («зеленого кейса») состоит в анализе результатов проекта, направленного на повышение ресурсной эффективности производства стеклотары. Но особенности расположения предприятия (в границах национального парка «Мещёра»), захватывающая

история развития предпринимательства (в целом) и стекловарения (в частности) во Владимирской области, а также давняя и искренняя привязанность авторов к Мещёре обусловили структуру статьи, несколько отличающуюся от типичных «зеленых кейсов».

Природа. Ресурсы



Фото: Д. Хаустова

Рассказ о Мещёре можно начать словами Константина Паустовского: «В Мещёрском крае нет никаких особенных красот и богатств, кроме лесов, лугов и прозрачного воздуха. Но все же край этот обладает большой притягательной силой. Он очень скромен — так же, как картины Левитана. Но в нем, как и в этих картинах, заключена вся прелесть и все незаметное на первый взгляд разнообразие русской природы».

Можно, как советуют нам учителя, открыть энциклопедию: «Мещёра — обширная заболоченная равнина в России, в пределах Владимирской, Московской и Рязанской областей. Расположена в центральной части Русской равнины, в междуречье Клязьмы (на севере), Москвы (на юго-западе), Оки (на юге),

Судогды и Колпи (на востоке). Поверхность Мещёры сложена водно-ледниковыми песками и супесями, лежащими на морене днепровского оледенения или на юрских глинах, меловых песках с прослоями аргиллитов и известняков карбона в пределах Шиловско-Владимирского прогиба» [1].

Значительная часть Владимирской и Рязанской Мещёры расположена в бассейне реки Пры, меандрирующей по плоской заболоченной равнине, слабо пересеченной небольшими холмами, грядами и котловинами небольших озер.

Мещёрская низменность находится в зоне смешанных лесов. Преобладают ландшафты полесского типа: низменные зандровые равнины с сосняками

(боры-зеленомошники с брусникой и черникой и боры-долгомощники) на подзолистых глееватых и глеевых почвах и заболоченные массивы (мшары). Весной на проталинах появляются первоцветы, прострел раскрытый, пролеска сибирская, которые сменяются густыми коврами ландыша майского и майника двулистного [2].

«Мещёра — остаток лесного океана. Мещёрские леса величественны, как кафедральные соборы. Даже старый профессор, ничуть не склонный к поэзии, написал в исследовании о Мещёрском крае такие слова: «Здесь в могучих сосновых борах так светло, что на сотни шагов вглубь видно пролетающую птицу» (К. Паустовский).



Фото: Д. Хаустова

Ельники и смешанные леса встречаются на моренных останцах, дубравы — в поймах рек. Среди болот распространены низинные и переходные, в северной части — сфагново-осоковые и гипново-осоковые, в юго-восточной — облесенные березовые и осокково-кочкарные болота. Известны крупные месторождения торфа, кварцевых песков, фосфоритов, глины и др. В поймах Клязьмы, Оки и других рек развиты луговые ландшафты, в том числе ценные окские заливные луга [2].

В пределах Мещёрской низменности организованы Окский государственный природный заповедник, национальные парки «Мещёра» и «Мещёрский» (не так давно объединенные). Флора национальных парков представлена более чем 1000 видами растений, в том числе 43 видов мхов, 11 — папоротников, более 650 видов цветковых растений. Фауна характерна для средней полосы европейской части России. Из млекопитающих (всего более 50 видов) — лось, кабан, волк, лисица, лесной хорек, лесная куница, бобр и многие другие. На охраняемых природных территориях отмечено более 200 видов птиц; обычны серый журавль, лебедь-кликун, несколько видов уток, большой кроншнеп, чомга, глухарь, тетерев, коростель, совы болотная и ушастая, зимородок. Многочисленны дрозды, синицы и др. В Красную книгу России внесены русская выхухоль, гигантская вечерница, беркут, сапсан, орлан-белохвост, скопа, змееяд, черный аист и др. [3].

Все, что мы пытались описать, — это красота, поэзия чудного края. Теперь говорят экосистемные услуги, то есть те блага, выгоды, которые люди получают от экосистем: чистый воздух, пресная вода, живописные ландшафты, возможности для культурного, духовного и рекреационного опыта. Выживание

Тоги да болота,
Синий плат небес.
Хвойной позолотой
Взвенивает лес.
Тенькает синица
Меж лесных кудрей,
Темным елям снится
Гомон косарей.

С. Есенин



Фото: Д. Хаустова

Выткался на озере алый свет зари.
На бору со звонами плачут глухари.
Плачет где-то иволга, схоронясь в дупло.
Только мне не плачется — на душе светло.

С. Есенин

и благополучие человека зависят от этих экосистемных услуг и, следовательно, от состояния самих систем, которые их предоставляют. И воздух, и вода критически важны для человека. Лесные и водно-болотные угодья играют значительную роль в ограничении воздействия на климатическую

систему и даже в адаптации к изменениям климата. Хотя обычно под природными ресурсами подразумевают прежде всего полезные ископаемые: газ, нефть, уголь, руды. В Мещёре таких ресурсов нет, хотя есть лес, торф и (были) кварцевые пески, что обусловило развитие промышленности.

Но в этой статье в контексте ресурсосбережения и ресурсоэффективности мы будем обсуждать бережное отношение к лесам, лугам, рекам Мещёры, предотвращение негативного воздействия на окружающую среду и природные комплексы, ведение производственной деятельности с максимально полным, глубоким использованием сырья и энергии.



Фото: Д. Хаустова

Люди. История

«Русская литература, музыка, живопись, вся наша великолепная культура, наконец, история — все это неразрывно срослось с красотой русской земли. Она наложила отпечаток на формирование характера нашего народа — великодушного и талантливого, простого и мужественного» (К. Паустовский). Леонтий Бенуа и Виктор Васнецов, Владимир Покровский и Григорий Леви, Абрам Архипов и Иван Пожалостин, Сергей Есенин и Владимир Фролов, Александр Солженицын и Константин Паустовский, Аркадий Гайдар и Рувим Фраерман, Владимир Иваницкий и Святослав Приклонский, Константин Ваншенкин и Виктор Шилов — этим художникам, архитекторам, поэтам, писателям, ученым Мещёра дарил вдохновение, а они посвящали ей стихи, книги, картины, проектировали храмы и заповедники, дома для мастеровых и заводы.

Вот с заводов мы и начнем. Первый стекольный завод в России был построен в 1635 г. приехавшим из Швеции валлонцем Елисеем Койетом (Gilles Kojet) в Дмитровском уезде. Койет получил от царя Михаила Федоровича жалованную грамоту, в которой говорилось: «Пушечного и рудознатного дела мастера Елисея Койета пожаловали, в нашем Московском государстве скляничное дело делать велели». За первым заводом последовал в 1639 г. второй; заводы были казенными и подчинялись горному ведомству. Казенные заводы стали центрами распространения технических новшеств, своеобразной школой, в которой обучались рабочие и мастера. При этом в XVII веке все стекольные производства оставались очень небольшими, с парой десятков рабочих и выпуском штучной продукции [4].

При Петре I стекольное дело было значительно расширено, началось строительство заводов, выпускавших хрустальную посуду и зеркала в окрестностях Санкт-Петербурга. XVIII век стал переломной эпохой в истории развития российской промышленности. К первой половине века относится зарождение русской стекольной мануфактуры, именно в это время и начался массовый выпуск изделий из стекла.

В 1723 г. купец Василий Мальцов с компаньонами основал в Можайском уезде Московской губернии Духанинский стекольный завод, выпускавший бутылки (ведерные и полуведерные), оконное и зеркальное стекло. В конце 30-х гг. XVIII века мальцовское стекольное производство стало одним из самых крупных и известных в России. В 1747 г. указом Сената было запрещено строить под Москвой стекольные и железные заводы, чтобы удалить производства от города и уберечь от истребления лесные массивы. Братья Мальцовы вынуждены были перевести заводы в другое место. Аким Мальцов выбрал богатый лесом и белыми песками Мещёрский край. Здесь в 1756 г. на речке Гусь и было основано производство, которое дало начало селу Гусь, а потом и городу Гусь-Хрустальному. В 1760 г. на фабрике работали 119 человек, часть из которых составили мастера закрытого Духанинского завода [5].

В архивных документах 1778 г. встречается такая запись: «В Володимерском уезде хрустальные и стеклянные фабрики: 1. Якима Мальцова при реке Гусь и сельцо Гусь называется, где фабрика заведена, делает стаканы и рюмки простые. В сельце душ до ста крестьян... У Якима есть и полотняная

фабрика в Гжатском уезде, в сельце Новом, основанная в 1762 г. В той же фабрике 5 станов на коей делают ревендуг... Яким имеет дом за Москвою-рекою в приходе Космы и Дамиана в Малой

Екиманской улице...» В конце XVIII века мануфактурное производство стало вытесняться фабричным; на смену ручному труду постепенно приходил машинный [4, 5].



К 1762 г. мальцовские владения включали Гусевской стекольно-хрустальный завод с множеством сопутствующих предприятий во Владимирском, Брянском и Трубчевском уездах. Не все члены многочисленной семьи посвятили свою жизнь предпринимательству; многие предпочли государственную службу, и именно они сумели первыми достичь дворянского звания, но личное дворянство не решало задачу укрепления престижа и преумножения богатств семьи. Мальцовы обратились к истории и обнаружили в Черниговском уезде свидетельства тому, что их родственник, Богдан Мальцов, числился в 1634 г. среди детей дворянских и боярских. Дворянский титул имели и его дети — Автоном, Кирей и Юрий. Необходимые бумаги были собраны и с прошением отправлены в Санкт-Петербург. 14 августа 1775 г. вышел указ императрицы Екатерины II о возведении Акима Васильевича Мальцова в потомственное дворянство [5].

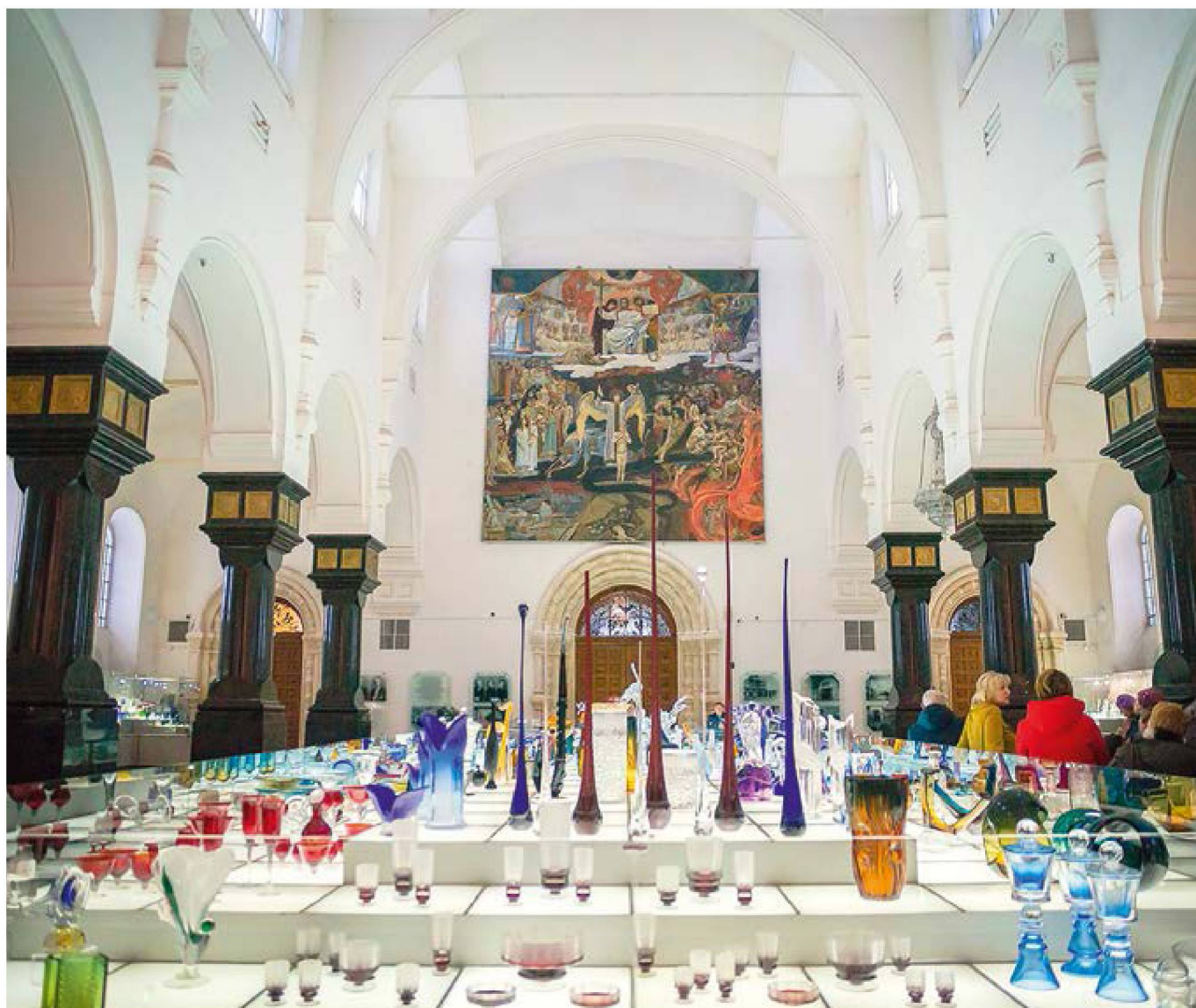
С обретением дворянского звания и присущих ему привилегий Мальцовы получили мощный импульс к развитию предпринимательской деятельности. Финансовая мощь подкреплялась теперь высоким сословно-правовым статусом. К концу XVIII века семейство Мальцовых владело уже шестнадцатью заводами. После смерти Акима Мальцова в 1788 г. по разделу имения между сыновьями Гусевская фабрика была записана за 14-летним Иваном Акимовичем. Из-за малолетства сыновей руководить мальцовским делом стала Мария, жена Акима. Она ежегодно расширяла владения, укрепляла производство [5].

По завещанию Марии стекольные заводы отошли младшему сыну Ивану. Старший, Сергей, служил в армии, а выйдя в отставку, занялся развитием стекольного дела: в 1811 г. построил Курловскую фабрику, через несколько лет выкупил у младшего

брата все Гусевские заводы, основал новые стекольные и хрустальные фабрики (Великодворскую, Воронцовскую, Вязовскую). Пожалуй, именно во втором десятилетии XIX века стали говорить о двух мальцовских промышленных округах — Брянском (металлургическом, машиностроительном) и Гусевском, стекольном. В 1817 г. «Владимирские губернские ведомости» писали: «Во Владимирской губернии заводов находится хрустальных 4 и стекольных 16. Но из самых лучших хрустальных и стекольных заводов почитается... гвардии корнета Сергея Мальцова. На нем бывает лучшая отделка различной хрустальной посуды, которая не уступает даже аглицкой. Особенно сей завод славится отделкой посуды, так называемой брильянтовой». В 1823 г. Сергей Мальцов умер, и вскоре весь «Мальцовский стекольный район», включавший заводы Владимирской, Рязанской, Орловской, Калужской и Смоленской губерний, вновь объединился под началом Ивана Акимовича, который был опекуном Ивана Мальцова, сына Сергея Акимовича [4, 5].

Иван был дипломатом, работал в Министерстве иностранных дел, служил первым секретарем русского посольства в Тегеране, имел придворное звание камергера. В 1831 г. по возвращении из-за границы Мальцов уехал во Владимирскую губернию, где реорганизовал стекольное производство по самой современной технологии. Завод стал выпускать изделия из трехслойного стекла под золото и серебро, хрустальные изделия с алмазной (или бриллиантовой) гранью.

Получив свою долю наследства (по линии отца и матери), Иван Мальцов значительно увеличил состояние. Владея 6 стекольными и 1 хрустальным заводом и бумагопрядильной фабрикой, он основал еще 3 стекольных предприятия. Одно из них — в Уршеле (запомним это название). В Уршелском



урочище Мальцова привлекли не только огромные лесные массивы, но и залежи кварцевого песка, глины и доломита. Новый стекольный завод должен был освободить гусевскую фабрику от выпуска дешевой посуды из простого стекла и тем самым способствовать повышению доходности основного производства.

Все капиталы и имущества (в том числе 12 промышленных предприятий) Иван Сергеевич завещал одному

из своих племянников — Юрию Степановичу Нечаеву-Мальцову, который в течение многих лет был его верным помощником [4].

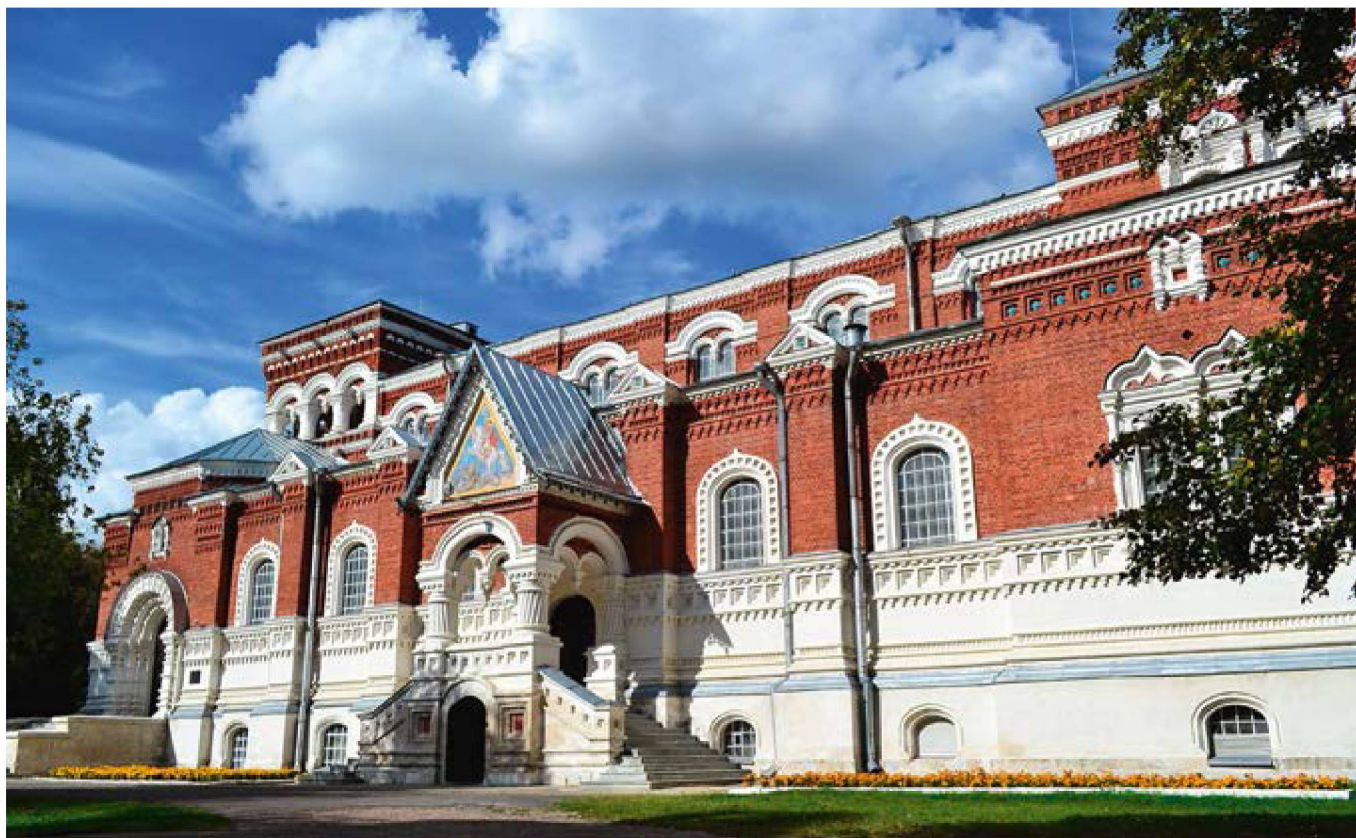
В 1880 г. крупнейшим предприятием был мальцовский завод в селе Гусь. При Нечаеве-Мальцове производство развивалось, возводились новые корпуса, были построены каменная больница и училище для рабочих, а также великолепный храм. Архитектурный проект создал Леонтий

Бенуа (в 1892 г. за этот проект он был удостоен звания профессора архитектуры). Бенуа писал: «В этот храм я вложил все, что мог, и, может быть, он останется лучшим из моих творений» [6]. При этом проект создавался для села, и только в 1900 г., после получения Grand Prix Парижской выставки за изделия хрустального завода, по инициативе Юрия Нечаева-Мальцова Гусь стал зваться местечком Гусь-Хрустальным [5].

Храм был освящен в честь святого Георгия Победоносца в 1904 г. Собор украшен мозаиками по проекту Виктора Васнецова, которые выполнил мастер-мозаичист Владимир Фролов. Полотно «Страшный суд» и мозаика «О тебе радуемся, Благодатная» сегодня можно видеть в здании собора, где размещается музей хрусталя.

Юрий Степанович был человеком ренессансного склада: его интересовало искусство, и он стал главным жертвователем строительства Музея изящных искусств; он увлекался геологией и археологией и был избран почетным членом Московского археологического общества; считал, что возможности технологического развития России безграничны и основал в 1885 г. во Владимире Техническое училище имени И. С. Мальцова, одно из лучших в Европе по техническому оснащению.

По завещанию бездетного Ю. С. Нечаева-Мальцова основная часть его состояния перешла дальнему родственнику, Павлу Игнатьеву. Павел Николаевич организовал на Гусевском заводе производство парфюмерных флаконов, старался обновить промышленное оборудование, создал



акционерное общество для управления стекольными заводами. В 1917 г. все предприятия были национализированы [4].

После революции, в 1921 г., было создано государственное хозрасчетное объединение — Гусь-Хрустальный комбинат. В 1930-е гг. комбинат претерпел значительную реконструкцию. Постепенно деревянные формы заменялись чугунными, внедрялись полуавтоматы для производства прессованных стаканов, началось производство стекловолокна (позднее был организован самостоятельный завод) [7].

Первым предприятием, построенным в Гусь-Хрустальном в советские годы, стал стекольный завод им. Ф. Дзержинского. Оборудование для промышленного гиганта поступало с разных концов страны и из-за границы. Внедрялись новые машины и технологии, впервые для варки стекла был применен газ, полученный из торфа. Первое стекло дзержинцы получили в сентябре 1929 г. Значение Гусь-Хрустального как промышленного центра стало возрастать, рабочий поселок планомерно превращался в город, создавались и новые производства. В это же время Гусь-Хрустальный район вошел в состав вновь образованной Ивановской промышленной области; население района превышало 111 тысяч человек [7].

В годы войны заказы для Красной Армии выполняли машиностроительный завод, текстильная фабрика, на стекольных заводах наладили выпуск медицинских ампул и склянок, термосов, фляжек, термометров. С окончанием войны возросло производство оконного стекла, стеклоблоков и стекловолокна,

необходимых для восстановления хозяйства.

В 1944 г. Гусь-Хрустальный район вернулся в состав Владимирской области. В послевоенные годы получили развитие стекольные и машиностроительные заводы, торфопредприятия, текстильная фабрика.

В 1949 г. начался выпуск полированного стекла, первый в Советском Союзе конвейер шлифовки и полировки был пущен на стекольном заводе им. Ф. Дзержинского. Продукция завода использовалась в строительстве самых ответственных объектов, в том числе нового здания Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. В феврале 1963 г. был образован Гусевский промышленный район с центром в городе Гусь-Хрустальном, в состав которого вошли рабочие поселки Анопино, им. Воровского, Великодворский, Золотково, Иванищи, Курловский, Красное Эхо, Мезиновский, Уршельский. В каждом поселке работали стекольные заводы, выпускавшие стеклотару, сортовое и строительное стекло, а также стекловолокно [7].

В 1981 г. Гусь-Хрустальный район был награжден орденом «Знак Почета» за успехи в развитии отечественной стекольной промышленности. В эти годы в районе проживало более 70 тысяч человек.

В книге «Гусь-Хрустальный. Очерки истории Мещёрского края» [7] тысячи имен, фотографий, названия многих десятков предприятий. Даже перелистывая страницы, то и дело останавливаешься: научно-исследовательский институт, театр, съезды художников, фестивали фатьяновской песни, международные экологические экспедиции... Последуем совету Козьмы Пруткова и откажемся от попыток объять необъятное.

Технологии. Эффективность

Пусть простят нас соседи-рязанцы, славящиеся мешёрскими (клепиковскими) ватными фабриками, мы будем писать о стекле (что, собственно, уже и делаем). Итак, после выхода в 1747 г. указа Сената под Москвой было запрещено строить стекольные заводы. Почему? Что за производство такое? Во многих статьях указ называют экологическим и пишут о значительных выбросах загрязняющих веществ. Но основная причина была все же не в этом, а в стремительном сведении лесов на дрова, необходимые для плавления шихты.

По порядку: стекловарение — процесс, известный с древности, и открытие стекла нередко приравнивают к изобретению колеса и электричества. В учебниках пишут, что стекло знали египтяне, и самую древнюю бусинку археологи датируют XXXV веком до нашей эры. Процесс выдувания стекла получил распространение 50 тысяч лет тому назад, а в Средневековье получило распространение остекление окон готических соборов. Центром стекловарения стала Венеция, куда переносились новейшие технологии с Востока. Производство стеклянных изделий было важнейшим ремеслом: в XIII веке в Венеции работали более 8000 стеклодувов. При этом запрещалось разглашать секреты производства, ввозить иностранное стекло и нанимать иностранцев на работу, а также вывозить сырье для выпуска стекла [8]. Какое сырье (это из Венеции-то?), не указывается.

Традиционная технология промышленного способа получения стекла состоит из следующих стадий: подготовка сырьевых материалов (дробление, сушка, просеивание), приготовление шихты (дозирование сырьевых компонентов и их смешивание),

варка, формование изделий, отжиг, обработка (термическая, химическая, механическая). В зависимости от назначения стекла сырье для его изготовления содержит различные оксиды и минералы. Кремнезем, являющийся главной составной частью стекла, вводят в шихту в виде кварцевого песка или молотого кварца. Для варки высококачественных бесцветных стекол песок очищают физическими и химическими способами; размер зерен песка — 0,2–0,5 мм. V_2O_5 вводят в виде буры или борной кислоты; P_2O_5 — в виде фосфатов или фосфорной кислоты; Al_2O_3 — в виде глинозема, каолина, глины, полевого шпата; Na_2O — в виде соды (Na_2CO_3); K_2O — как K_2CO_3 или KNO_3 ; CaO — в виде мела или известняка; BaO — как $BaCO_3$, $Ba(NO_3)_2$ или $BaSO_4$; MgO — в виде доломита или магнезита. Вспомогательными материалами шихты являются обесцвечиватели, красители, глушители, восстановители и др. [8].

Стекловарение — это процесс получения однородного расплава, который условно подразделяют на несколько стадий: образование силикатов, стеклообразование, осветление, гомогенизация, охлаждение. В настоящее время варку стекла проводят в печах непрерывного действия — газопламенных (в том числе с дополнительным электроподогревом) и электрических. На первой стадии в печи происходит образование силикатов и других промежуточных соединений, появляется жидкая фаза. Этот этап завершается при 1100–1200 °С. На стадии стеклообразования (при 1200–1250 °С) растворяются остатки шихты, происходит взаимное растворение силикатов, удаляется пена и образуется относительно однородная стекломасса. На стадии осветления (при 1500–1600 °С, длительность — до нескольких суток) происходит удаление

из расплава газовых пузырей (CO_2 , SO_2 , O_2 и др.). Для ускорения процесса используют добавки, снижающие поверхностное натяжение стекломассы. Одновременно с освещением происходит гомогенизация — усреднение расплава по составу — при перемешивании стекломассы мешалками из огнеупорных материалов. На стадии охлаждения температуру стекломассы равномерно снижают до 400–500 °С и тем самым готовят к формованию. Формование изделий осуществляют различными способами — прокатом, прессованием, прессвыдуванием, выдуванием и другими на специальных стеклоформирующих машинах [8, 9].

Эффективность процесса производства стекла в целом зависит от эффективности каждой стадии, и при совершенствовании технологии уделяют внимание как стекловарению и формованию изделий, так и подготовке сырья и приготовлению шихты. К формованию изделий мы еще обратимся, обсуждая разработку и выпуск формокомплектов. В учебниках 1980–1990 гг. обычно говорится о безотходности производства стекла [10], и с точки зрения использования сырьевых материалов и введения стеклобоя в шихту это корректная позиция. Но не с точки зрения энергопотребления. Производство стекла — весьма энергоемкий процесс, поэтому источник энергии, методы нагрева и утилизации теплоты являются определяющими для разработки конструкции печи, энергоэффективности и экономической эффективности процесса стекловарения. Те же факторы определяют экологическую результативность процесса.

Выбор метода стекловарения определяется экономическими и технологическими факторами, основные из которых следующие: требуемая производительность, состав стекла, связанные капитальные



Фото: Д. Хаустова

и текущие затраты в течение продолжительности кампании печи, в том числе цены на топливо, существующая инфраструктура. При этом технологические и экономические требования являются определяющими. Важная часть текущих затрат — это затраты на энергию, и обычно выбирают наиболее энергоэффективную конструкцию.

В большинстве подотраслей стекольной промышленности используются большие печи непрерывного действия, обычные сроки эксплуатации



Фото: Д. Хаустова

которых составляют 5–12 лет, в некоторых случаях до 20 лет. Энергопотребление печи растет по мере увеличения срока ее эксплуатации. Теоретический минимум удельного потребления энергии на стекловарение составляет 2,74 ГДж/т; реально достигнутые минимальные значения этого показателя близки к 4,0 ГДж/т сваренной стекломассы в начале кампании печи. При производстве различных видов продукции удельное потребление энергии изменяется от 6 до 60 ГДж/т и может рассчитываться как на единицу сваренной стекломассы, так и на единицу готовой продукции. Это очень важно, так как энергоэффективность производства в целом определяется тем, сколько готовой продукции получено (и отгружено) при использовании единицы энергии,

хотя обычно считают именно удельное энергопотребление — затраты энергии (в гигаджоулях) на выпуск единицы продукции (в тоннах) [9].

В качестве примера рассмотрим производство стеклотары на Уршельской площадке ООО «Красное Эхо». Да, той самой площадке, где в 1858 г. впервые заработала гута Ивана Мальцова. Полтора века назад в гуте разместили две круглые стекловаренные печи — основную и запасную с восемью горшками для варки стекломассы. Здесь же расположили печи для сушки дров и отжига изделий. Рядом срубили составную, гончарную, кузницу, склады для хранения сырья и посуды. Невдалеке возвели 16 приземистых изб на две половины для семей мастеровых и три

казармы для приписных крестьян. В фонде канцелярии Владимирского губернатора сохранилась ведомость, в которой указано: «Уршельская хрустальная фабрика тайного советника и кавалера Ивана Сергеевича Мальцова начала свои действия и с 15 мая по 1 ноября 1858 г. сработала 44 752 судов (так тогда называли аптечную посуду). Работали на фабрике 96 человек, в том числе 48 мастеровых. В 1861 г. на Уршельской хрустальной фабрике было выработано посуды на 74 254 рубля серебром». Вскоре была введена в действие еще одна стекловаренная печь. Количество рабочих увеличилось до 163 человек, а в 1870 г. до 275 человек. Ряды стеклоделов пополняли жители окрестных деревень, земли которых не могли прокормить крестьянские семьи. В начале 1880-х гг. на заводе было уже 4 стекловаренных печи с 17 горшками. Фабрика выпускала сортовую и аптекарскую посуду, рынками сбыта были Москва, Санкт-Петербург, Нижегородская и Ирбитская ярмарки [4].

И все же ситуационное исследование мы начнем с 2013 г., когда братья Дмитрий и Михаил Клегги приняли решение о проведении «холодного ремонта» — фактически о создании нового производства стеклотары в поселке Уршельском, где функционировало предприятие ООО «Красное Эхо».

Сегодня миссия компании состоит в удовлетворении потребностей растущего рынка продуктов питания и напитков в качественной, безопасной и экологичной стеклянной упаковке. ООО «Красное Эхо» достигает этого, последовательно совершенствуя производственные процессы, внедряя передовые технологии, обеспечивая высокую ресурсоэффективность и минимизируя негативное воздействие на окружающую

среду [11]. Уршельская площадка расположена в границах национального парка «Мещёра», более того, в течение нескольких лет Уршельский был столицей парка, там и сейчас действует центр для посетителей.

Отступление: Клегг — фамилия английская, в 1898 г. Джон Эдвард Клегг, мастер (технолог) прядильного производства, получил приглашение приехать в Россию, а пригласил его Савва Тимофеевич Морозов. Морозов обучался в Манчестере и высоко ценил знания, умения и навыки (теперь сказали бы компетенции) английских мастеров. Джон Клегг работал в Богородске, Балашихе, Покрове (промышленных центрах московской Мещёры), а в 1910 г. переехал в Собинку (это уже Владимирская губерния). В 1915 г. Джозеф Эдж, земляк Джона, предложил ему переехать в Гусь-Хрустальный. Говорят, что до Джона в Гусе жили и работали Эдвард Клегг (прядильщик) и Гартли Клегг, но к моменту переезда в Гусь-Хрустальный Джона они уже покинули город. В 1927 г. Джон, которого в городе называли Иваном Эдуардовичем, скончался [12].

Старший сын Джим окончил в 1929 г. десятилетку, а в 1931 г. поступил в Ивановский химико-технологический университет, где получил специальность инженера химика-технолога [12]. В некоторых статьях после слова инженер ставят запятую, но специальность написана верно, она так и просуществовала до XXI века, пока силикатные факультеты вузов не начали выпускать бакалавров.

Джим Джонович, Юрий Джимович, а теперь Михаил и Дмитрий Юрьевичи Клегги (по-русски все чаще произносят фамилию во множественном числе) — инженеры химики-технологи, специалисты в технологии

стекла, руководители предприятий, которые являются лидерами производства стеклотары в России.

Итак, в 2013 г. на Уршельской площадке действовало производство стеклотары. Если сравнить характеристики предприятия с технологическими показателями наилучших доступных технологий (НДТ), установленные в информационно-техническом справочнике ИТС 5-2015 [9], то можно видеть соответствие как в части выброса основных загрязняющих веществ, так и в части потребления сырья и энергии. Технологические показатели для выбросов маркерных веществ — оксидов азота в пересчете на NO_2 , монооксида углерода CO и неорганической пыли (суммарно) установлены в удельных единицах (кг на тонну стекломассы) и утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии. Показатели ресурсной эффективности детально обсуждаются в тексте справочника, и практики всегда сопоставляют затраты энергии с теми значениями, которые приведены в ИТС 5-2015 в качестве ориентировочных — от 10 до 13 ГДж/т стекломассы. Эти показатели определены в результате сравнительного анализа (бенчмаркинга), проведенного в 2015 г. с использованием результатов анкетирования российских предприятий и данных, предоставленных экспертами [13].

На семинаре, состоявшемся в конце 2020 г., технологи отечественных заводов говорили, что последовательная модернизация производства стеклотары в России привела к сокращению удельного энергопотребления в среднем до 6–8 ГДж/т стекломассы. Эти сведения предстоит уточнить при актуализации ИТС 5-2015 в 2022 г.; более того, показатели ресурсной эффективности теперь включаются в информационно-технические справочники в обязательном порядке [14].

В результате масштабной реконструкции стекольного производства на Уршельской площадке предприятия установлены две современные стекловаренные печи, а устаревшие стеклоформирующие автоматы заменены на новые, работающие в двух- и трехкапельном режимах. Проведена замена холодных участков с установкой линий транспортировки и упаковки, а также контрольных автоматов.

Если вновь обратиться к факторам, которые определяют эффективность производства в целом, следует уделить внимание формокомплектам, оснастке, предназначенной для формирования стеклотары (банок, бутылок). Оснастка устанавливается на стеклоформирующие машины, и ее качество оказывает значительное влияние на качество готовой продукции, а тем самым и на коэффициент использования стекла.

Поэтому руководством предприятия было принято решение об организации собственного производства формокомплектов. Оно было создано на основе самых современных технологий, оснащено новейшим оборудованием и позволяет сегодня производить литье и формокомплекты отменного качества, отвечающие требованиям самых жестких (в том числе европейских) стандартов. Применяемые технологии литья, высокая точность и качество обработки деталей обеспечивают необходимые свойства формокомплектов из чугуна и бронзы, которые применяются при производстве стеклотары [11]. Использование программных комплексов цифрового проектирования, моделирования и последующего автоматизированного изготовления формокомплектов позволяет с высокой степенью точности учитывать такие параметры, как масса изделия, его дизайн, объем заливаемой жидкости и ряд специфических технологических требований.



Таким образом, в настоящее время на Уршельской площадке:

- ▶ функционируют две современные стекловаренные печи суммарной производительностью 560 т стекломассы в сутки;
- ▶ удельное энергопотребление составляет ~ 4,5 ГДж/т стекломассы;
- ▶ коэффициент использования стекла достигает 0,94;
- ▶ доля стеклобоя в шихте составляет 10–12%;
- ▶ выбросы загрязняющих веществ соответствуют требованиям НДТ и действующей разрешительной документации;
- ▶ удельные выбросы парниковых газов близки к 350 кг CO₂-экв./т стекломассы.

Производство экспортно-ориентированное, до 50% продукции поставляется за рубеж. Хотя стеклянная тара не вошла в перечень продукции, которая в первую очередь будет испытывать давление

СВАМ — пограничного углеродного корректирующего механизма [15, 16], руководство предприятия внимательно изучает как особенности новых европейских требований, так и возможности разработки и установления российских бенчмарков.

Рассмотрим концепцию СВАМ (Carbon Border Adjustment Mechanism) несколько подробнее. Она тесно связана с Европейской схемой торговли выбросами парниковых газов, в рамках которой на первом и втором этапах (2005–2012 гг.) все квоты на выбросы таких газов промышленным установкам, включенным в схему торговли, выдавались бесплатно. Поэтому бенчмарки — пороговые значения удельных выбросов, установленные на уровне, достигнутом 10% лучших предприятий, — не использовались, но поскольку был введен детальный учет выбросов этих установок (аналогичный процесс происходит сейчас

в России), появилась информационная база для последующей разработки системы бенчмаркинга. Такая система была введена в Европейском союзе в 2013 г., когда часть выбросов стала платной — именно та часть, которая превышала установленные Европейской комиссией значения — бенчмарки. При этом бенчмарки последовательно ужесточались. Однако компонента «цены углерода» (выбросов парниковых газов) в рамках Европейской схемы торговли выбросами не превышала 0,65% стоимости материалов для 95% европейских промышленных секторов. В четвертой фазе (2021–2030 гг.) функционирования схемы отрасли, производящие 94% выбросов парниковых газов промышленностью, все еще получают большую часть квот или все квоты бесплатно [15].

Стеклотара входит в перечень 54 видов продукции, для которых установлены бенчмарки и на которые постепенно распространится (как ожидается) действие СВМ. Сам корректирующий механизм требует от европейских потребителей продукции, выпущенной в странах, где меры углеродного регулирования менее жесткие, чем в Европейском союзе, вносить в бюджет своих государств «корректирующие» платежи, что не может не сказаться на ценах на экспортируемую продукцию. Будут ли они приемлемыми (выгодными?) для российских производителей, сказать сложно (в июле 2021 г. цены на выбросы превысили 50 евро/т CO_2 -экв.) и на первых порах следует наблюдать за тем, как развивается система для продукции, подпадающей по действие пограничного углеродного корректирующего механизма в первую очередь [15, 16].

Достигнутые ООО «Красное Эхо» удельные выбросы парниковых газов на уровне 378 кг CO_2 -экв./т

стекломассы еще в прошлом году соответствовали европейскому бенчмарку (382 кг CO_2 -экв./т), действовавшему в 2018–2020 гг. Однако в 2021 г. были установлены новые требования, и бенчмарк для бесцветной стеклотары был снижен до 237 кг CO_2 -экв./т стекломассы [17]. Возможности дальнейшего снижения выбросов парниковых газов связаны с увеличением доли стеклобоя в шихте (стороннего, так как возвращение собственного стеклобоя должно быть обеспечено «по умолчанию», и в ООО «Красное Эхо» это требование соблюдается строго, но чем больше «своего» стеклобоя, тем меньше коэффициент использования стекла). Очевидное, казалось бы, решение, но оно требует серьезного изменения нормативной правовой базы, так как рецикл стеклобоя — очень сложный с регуляторной точки зрения процесс, а стеклобой, который добавляется к шихте, должен отвечать строгим требованиям к качеству, составу, примесям и др. Кстати, новый бенчмарк 2021 г. был установлен с учетом того, что на европейских предприятиях шихта может содержать до 80% стеклобоя. Он тоже отчасти «свой»: заводы по производству пива, например, часто практически объединены со стекловаренными, а возврат стеклотары из ресторанов, кафе и даже из магазинов налажен безукоризненно.

Есть также возможности дальнейшего увеличения эффективности стекловарения и использования электроподогрева [18]. Но реализация таких возможностей происходит на стадии «холодного ремонта» — фактически при реконструкции предприятия. Стекловаренная кампания продолжается около 15 лет, поэтому речь идет о стратегическом планировании, о выборе решений, которые будут определять эффективность производства после 2030 г.

Природа. Общество. Промышленность

Эта глава — нечто вроде заключения, но после обычного рассуждения о том, что проанализированные подходы к развитию производства, сбережению природных ресурсов и сокращению негативного воздействия на окружающую среду и климатическую систему могут быть тиражированы в других регионах и отраслях, мы хотим вернуться к самому началу рассказа о Мещёре.

Ситуационные исследования («зеленые кейсы») обычно посвящены сравнительному анализу ресурсной эффективности промышленных предприятий и симбиозов по принципу «до и после»: до реконструкции и в результате ее проведения, до создания экотехнопарка и при замыкании в цикл потоков вещества и энергии в эколого-экономической системе [19]. Однако, говоря о Мещёре, нельзя не вспомнить об охраняемых природных комплексах, об истории российского предпринимательства и становления отечественной стекольной промышленности, о взаимосвязи экономических, экологических и социальных целей развития общества.

Василий Иванович Немирович-Данченко (старший брат Владимира Ивановича, русского театрального режиссера, драматурга, педагога) писал о Мальцовских промышленных районах так: «Царство это является оазисом среди окружающего бездорожья и бескормицы. Тут работают более ста заводов и фабрик; на десятках образцовых ферм обрабатывается земля... Тут люди пробуравили землю и... копошатся в ней, вынося на свет Божий ея скрытые богатства; отсюда добрая часть нашего отечества снабжается стеклом, фаянсом, железом, сталью, паровозами, вагонами, рельсами, паркетными, всевозможными машинами, земледельческими орудиями; развиваются новые

производства и, несмотря на наше экономическое оскудение, на отсутствие заказов, поддерживаются старья... Здесь нет роскоши и излишеств, — нет и нищеты, нет и голодовок. Мне этот край представляется примером того, как плодотворны могут быть даже и у нас неутомимая энергия, знание и ум, если они не растрачиваются вместе с наследием предков в столице, а уносятся на дно, в глубь России, где в течение нескольких десятков лет, не смущаясь от неудачи и переживая всевозможные невзгоды, делают свое кровное, честное дело» [20].

Пытаться перефразировать бесполезно: сказано все, сказано лаконично и однозначно. В некоторых публикациях мальцовский стиль управления называют патернализмом [4, 5], однако это патернализм не государственной власти, а предпринимателей. Систему ценностей Мальцовых (по крайней мере в XIX–XX веках) считали образцом ответственного ведения дел все исследователи, которые обращались к истории семьи (в книгах Н. М. Арсентьева и А. А. Макушева сотни ссылок на труды историков, экономистов, социологов, публицистов) [4, 5].

Более двух с половиной веков во Владимирской Мещёре работают стекольные заводы. Водохранилище на реке Гусь (которое часто называют городским озером) создали промышленники, и сегодня Гусь-Хрустальный немислим без водного зеркала, обрамленного белыми пляжами и сосновым лесом. Обсуждая истоки добровольной экологической (социально-экологической) деятельности, авторы, хорошо знакомые с историей Мещёры [21], вспоминают семью Мальцовых наряду с династиями Демидовых, Прохоровых, Морозовых и подчеркивают «принцип Прохорова»: «Человеку нужно стремиться к тому, чтобы иметь лишь необходимое в жизни; раз это достигнуто, то оно

может быть и увеличено, но увеличено не с целью наживы, — богатство ради богатства, — а ради упрощения нажитого и ради ближнего».

Архитектурный образ центра города создан Леонтием Бенуа и Григорием Леви, Георгиевский собор Сергей Нечаев-Мальцов мечтал построить в Гусе, чтобы люди стремились приехать, увидеть чудесный храм, несмотря на то что расположен он далеко от столиц [22]. Улучшение условий труда, строительство школ, училищ, храмов, богаделен, благоустройство и озеленение городов и поселков — все это и составляет черты ответственного предпринимательства. Сегодня мы сказали бы: вклад в достижение целей устойчивого развития, развития, предполагающего баланс экономических, социальных и экологических интересов развития общества [23].

В 1992 г., обсуждая подходы к зонированию национального парка с международными экспертами, российские специалисты услышали уверенное: «В пределах особо охраняемой природной территории могут и должны развиваться исторические производства — сельскохозяйственные предприятия, стекольные заводы, но структуру экономики

надо диверсифицировать. Необходимо усилить внимание к туризму, сделать стекловарение тем особым ремеслом, искусством, ознакомиться с которым посетители будут стремиться не меньше, чем насладиться природными красотами Мещёры и архитектурными особенностями городов и деревень» [3].

Сегодня в Гусь-Хрустальном районе устойчиво развивается и сосуществует с национальным парком промышленность. Современные предприятия производят продукцию высокого качества для внутреннего рынка и экспортируют стеклотару, сортовое стекло и стекловолокно за рубеж. Многие производства и рабочие места с уверенностью можно назвать высокотехнологичными. Новые проекты задумываются с учетом последних научно-технических достижений и требований экологического законодательства и углеродного регулирования.

Во Владимирской Мещёре гостей ждут туристические маршруты, гармонично сочетающие посещение исторических достопримечательностей, природных комплексов и стекольных производств. Вскоре откроет двери театр. Но это уже другая история, пусть и близкая к нашему ситуационному исследованию, но другая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мещёра // Большая советская энциклопедия. Т. 27. М.: Советская энциклопедия, 1954. С. 402.
2. Косякова А. Ю., Заколдаева А. А., Трушина О. С. Национальный парк «Мещёра». — Рязань: НП «Голос губернии», 2017. — 208 с.
3. Пичугин А. А., Смит М. Э. Впечатления о Мещёре. — Хатфилд: Хартфордширский университет, 1992. — 36 с.
4. Арсентьев Н. М., Макушев А. А. Хрустальные короли России. Промышленное хозяйство и предпринимательская деятельность Мальцовых в XVIII–XIX веках. — М.: Наука, 2002. 304 с.
5. Арсентьев Н. М., Макушев А. А. Российские предприниматели Мальцовы. Саранск: Мордовское книжное издательство, 2006. — 268 с.

6. Бенуа Ф. Ф. Краткая история Бенуа в России. М.: Реноме, 2020. — 128 с.
7. Васильев С. Ю. Гусь-Хрустальный. Очерки истории Мещёрского края. — Гусь-Хрустальный: Изд-во «Мещёра», 2006. — 350 с.
8. Саркисов П. Д., Орлова Л. А. Стекло неорганическое // Химическая энциклопедия. Т. 4. — М.: Большая российская энциклопедия, 1995. С. 835–840.
9. ИТС 5-2015. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Производство стекла». URL: http://burondt.ru/NDT/docs/ndt-5/index.html#_Точ437510940
10. Зайцев В. А. Безотходное производство. — М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1990. — 108 с.
11. Официальный сайт ООО «Красное Эхо». URL: <http://red-echo.ru/about/>
12. Шохрин В. Е. От текстильщика — к стекловару // Владимирские ведомости. 10.09.2010. URL: <https://vedom.ru/news/2010/09/10/1773-ot-tekstilschika>
13. Гусева Т. В., Бегак М. В., Молчанова Я. П., Аверочкин Е. М., Вартанян М. А. Перспективы внедрения наилучших доступных технологий и перехода к комплексным экологическим разрешениям в производстве стекла и керамики // Стекло и керамика. 2014. № 7. С. 26–36.
14. Гусева Т. В., Тихонова И. О., Цевелев В. Н., Щелчков К. А., Аверочкин Е. М. Направления оптимизации технологического нормирования производства тарного стекла: наилучшие доступные технологии, нормы общего действия и углеродоемкость продукции // Стекло и керамика. 2021. № 10.
15. Башмаков И. А., Башмаков В. И., Дзедзичек М. Г. и др. СВАО. Последствия для российской экономики. М.: ЦЭНЭФ-XXI век, 2021. — 140 с.
16. Башмаков И. А., Скобелев Д. О., Борисов К. Б., Гусева Т. В. Системы бенчмаркинга по удельным выбросам парниковых газов в черной металлургии // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021. Т. 77. № 9. С. 1071–1086.
17. Commission Implementing Regulation (EU) 2021/447 of 12 March 2021 determining revised benchmark values for free allocation of emission allowances for the period from 2021 to 2025 pursuant to Article 10a(2) of Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2021/447
18. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass / European Commission. Joint Research Centre. Institute for prospective technological studies, 2013. URL: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/GLS_Adopted_03_2012_0.pdf
19. Рудомазин В. В., Тихонова И. О. «Зеленые кейсы»: принципы региональных и отраслевых исследований // Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование. Материалы XVI Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. Красноярск, 2021. С. 157–158.
20. Немирович-Данченко В. И. Америка в России // Русская мысль. Журнал научный, литературный и политический. 1882. Книга I. URL: <http://xn--100-hddjytschb5r.xn--p1ai/upload/America%20in%20Russia/Russ.%20misl.PDF>
21. Гусева Т. В., Хачатуров А. Е., Макаров С. В., Заика Е. А., Хотулева М. В. Добровольная экологическая деятельность: неиспользуемые возможности. — М.: Эколайн, 1999. — 60 с.
22. Гусева Т. В., Дайман С. Ю., Михайлиди Д. Э., Хачатуров А. Е., Хотулева М. В. Как наладить диалог с общественностью. — М.: Эколайн, 1998. — 64 с.
23. Hjort M., Skobelev D., Almgren R., Guseva T., Koh T. Best Available Techniques and Sustainable Development Goals // Proceedings of the 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019. Is. 5.2. Pp. 185–192.