

СТРОИТЕЛЬСТВО НОВОЙ ВЫПАРНОЙ СТАНЦИИ НА АРХАНГЕЛЬСКОМ ЦБК



Сегодня Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат, созданный еще в 1940-е гг., — современное, устойчиво развивающееся предприятие, расположенное в г. Новодвинске. На комбинате разрабатываются и последовательно реализуются инвестиционные проекты, направленные на расширение производства, повышение его эффективности и сокращение негативного воздействия на окружающую среду.

Инженерные решения, положенные в основу новой выпарной станции, пущенной в строй в конце 2020г.,

предложены сотрудниками комбината. Основная идея состоит в одновременном решении важнейших задач эколого-технологической модернизации. Это:

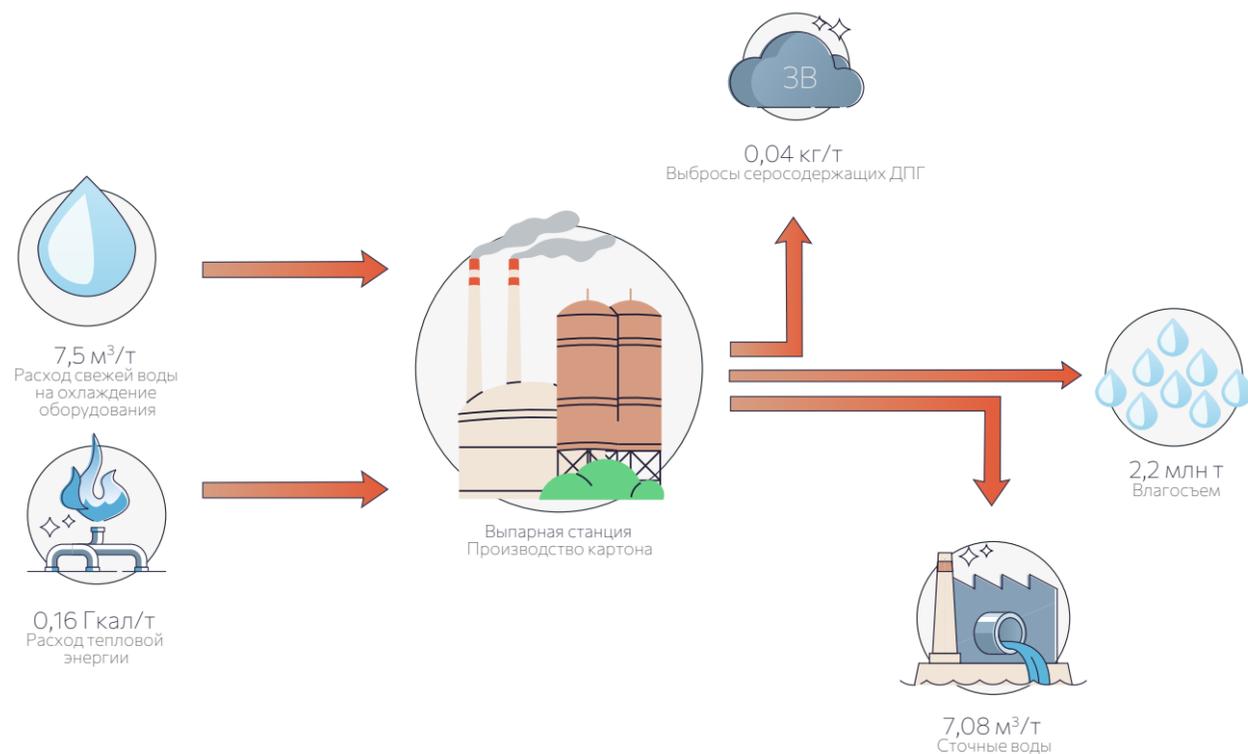
- ▶ рост производительности и повышение энергоэффективности оборудования;
- ▶ увеличение объемов оборотного водопотребления;
- ▶ снижение сброса загрязняющих веществ в водный объект;
- ▶ снижение выбросов дурнопахнущих газов в атмосферный воздух.

Выпарная станция предназначена для упаривания сульфатного черного щелока хвойного потока и красного щелока производства полуцеллюлозы из лиственной древесины. При этом подготовка к упариванию щелоков каждого потока осуществляется отдельно. Это позволяет осуществить сбор сульфатного мыла отдельно с передачей на дальнейшую переработку. Упаривание черного и красного щелока осуществляется

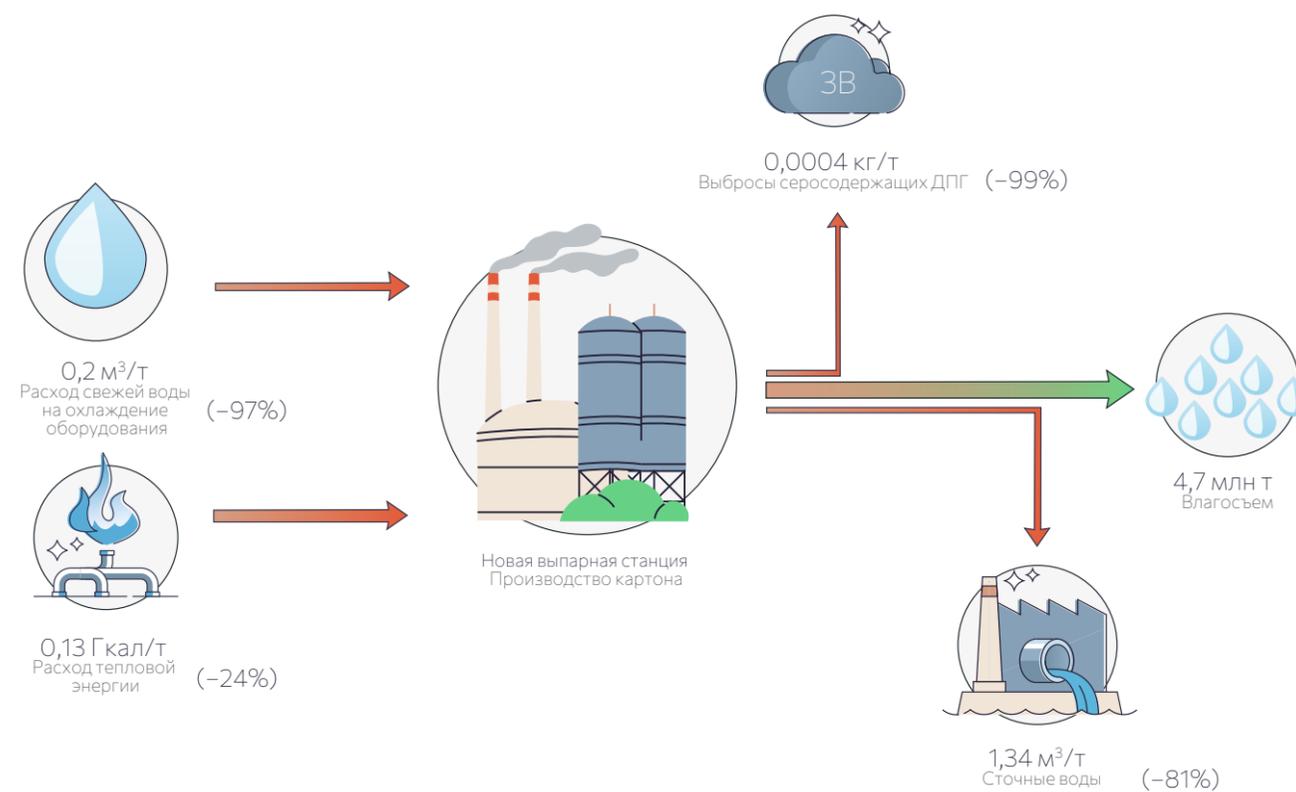
на отдельных линиях. Упаренный щелок с концентрацией 65% сухого вещества подается на сжигание в содорегенерационные котлы.

Новая выпарная станция соответствует наилучшим доступным технологиям, систематизированным в информационно-техническом справочнике ИТС 1-2022 «Целлюлозно-бумажное производство».

2018



2021



УДК 504.06

СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ НДТ УПАРИВАНИЯ ЩЕЛОКОВ В ЦБП



Д. И. Зылёв

генеральный директор
АО «Архангельский ЦБК»

Е. А. Москалюк

главный эколог
АО «Архангельский ЦБК», к.т.н.

Ю. М. Кони́на

заместитель главного эколога
АО «Архангельский ЦБК»

Д. В. Храпач

первый заместитель
генерального директора —
директор по производству
АО «Архангельский ЦБК»

Е. В. Гурова

ведущий инженер отдела
экологии АО «Архангельский ЦБК»

История Архангельского целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК) — это история испытаний, выдающихся достижений и побед. В ней отразилась судьба всей страны и всего народа. Это история десятков тысяч новодвинцев и архангелогородцев, семей и династий, своими руками творивших историю, своим профессионализмом и самоотверженным трудом заслуживших главную награду своей эпохи — орден Ленина как высшее признание работы комбината [1].

Запуск первых цехов комбината был осуществлен в 1940 г., уже к концу года было произведено почти 100 т небеленой целлюлозы и более 140 т оберточной бумаги. В 1945 г. комбинат приступил к выпуску беленой целлюлозы.

После войны восстанавливалось хозяйство, и предприятие наращивало мощности:

- 1960 г. — запуск производства бумаги;
- 1963 г. — пуск тетрадного цеха;
- 1968 г. — запуск производства картона;
- 1975 г. — пуск производства целлюлозы (III очередь);
- 1980 г. — начало производства целлюлозы из лиственной древесины.

В 1981 г. на III очереди предприятия была сварена миллионная тонна целлюлозы; в том же году

АО «Архангельский ЦБК» было удостоено заслуженной награды — ордена Ленина [1].

В 1980–1990 гг. предприятие продолжало расти, развиваться, наращивать производительность; комбинат пережил непростые годы перестройки и вступил в новейшую историю, продолжая совершенствоваться.

В 2000 г. началась крупнейшая за 30 лет эксплуатации модернизация картоноделательной машины КДМ-1, которая завершилась в 2002 г. В 2003 г. предприятие впервые перешло к отбелке целлюлозы по ECF-технологии (без использования элементарного хлора). В том же году Архангельский ЦБК приступил к работам по учету и управлению выбросами парниковых газов, став первым предприятием лесопромышленного комплекса, на котором данные о выбросах парниковых газов были подтверждены международными экспертами.

В 2007 г. на Архангельском ЦБК был пущен в строй новый древесно-подготовительный цех № 4 с инновационной технологией «сухой окорки» древесины; цех оснащен современным оборудованием и удовлетворяет экологическим и технологическим нормам. Прежний древесно-подготовительный

цех №2 был выведен из эксплуатации. Впервые АЦБК выступил не только заказчиком, но и генеральным подрядчиком проекта. Были задействованы собственные силы комбината, субподрядные организации, привлечены зарубежные компании. На объекте трудились несколько сотен строителей и монтажников, и проект был реализован в кратчайшие сроки — первую сваю под главный корпус забили в начале 2005 г., а уже осенью 2006 г. совершили пробный запуск [2].

Владимир Белоглазов, занимавший в то время пост генерального директора АО «Архангельский ЦБК», вспоминает:

«История нового ДПЦ-4 началась довольно трудно. Во-первых, проект был не связан с выпуском готовой продукции. И акционерам нужно было объяснить, для чего это нужно. Древесно-подготовительный цех — это начало технологической цепочки. Строительство нового цеха в чистом поле — это был первый опыт. Раньше все модернизации происходили на действующем оборудовании. И для того, чтобы проводить какие-то работы, необходимо было его останавливать. Останов оборудования, особенно на длительный срок, это нет выпуска продукции, соответственно, нет продаж, а здесь был построен новый цех и без сокращения производительности был запущен в цепочку производства картона».

После завершения такого масштабного строительства Архангельский ЦБК продолжает обновлять оборудование и проводить масштабную реконструкцию производства. В 2008 г. инвестиционный проект «Реконструкция производства картона» включен приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации в перечень приоритетных проектов в области освоения лесов.

В 2012 г. произошел целый ряд ключевых для предприятия событий:

- ▶ подписан контракт с фирмой ANDRITZ AG на строительство нового завода полуцеллюлозы мощностью 1000 т полуфабриката в сутки;
- ▶ проект «Утилизация отходов биомассы на ОАО «Архангельский ЦБК» утвержден Приказом Минэкономразвития России для осуществления в соответствии со статьей 6 Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата [3], одобрен уполномоченным органом Великобритании, зарегистрирован Секретариатом РКИК ООН;
- ▶ заключено соглашение об операциях с углеродными единицами между ОАО «Архангельский ЦБК», ОАО «Сбербанк России» и приобретателем единиц сокращения выбросов компанией Gazprom Marketing & Trading Limited (GM&T).

Несмотря на масштабное строительство нового завода, на Архангельском ЦБК продолжалась модернизация и реконструкция устаревшего оборудования на новое — энергоэффективное, современное, экологичное.

К 2015 г. благодаря пуску нового многотопливного котла высокого давления №8 ТЭС-1 и установке новых декантеров на Архангельском ЦБК была создана экологически эффективная система управления крупнотоннажными отходами, которые образуются на целлюлозно-бумажных предприятиях: смесь кородревесных отходов (КДО) и осадка сточных вод (ОСВ) используется на предприятии в качестве биотоплива в полном объеме. За пятилетний период работы данного оборудования Архангельскому ЦБК удалось сократить потребление каменного угля на 353,7 тыс. т, мазута — на 4,0 тыс. т [4].

В 2015 г. завершился первый этап приоритетного инвестиционного проекта в области освоения лесов «Реконструкция производства картона», включенного Минпромторгом России в перечень приоритетных лесных инвестпроектов, — был пущен новый цех полуцеллюлозы. Пуск нового участка производства картона позволил снизить себестоимость картонной продукции Архангельского ЦБК. При этом ее качество по-прежнему осталось на высоком уровне. За счет внедрения наилучших доступных технологий снизилось негативное воздействие на окружающую среду [5].

Новый цех предназначен для производства полуцеллюлозы из лиственных пород древесины (береза, осина). Проектная производительность цеха составляет 1000 т полуцеллюлозы высокого качества в сутки. Варка полуцеллюлозы производится при температуре 165–170 °С, время варки 25–30 минут.

Александр Дернов, главный технолог Архангельского ЦБК (в 2015 г. — заместитель начальника блока цехов), отмечает:

«Полуцеллюлоза нового цеха используется при выработке картонной продукции на обеих картоноделательных машинах комбината. Цех сразу вышел на проектную мощность. Его максимальная суточная выработка составляет 1000 т полуцеллюлозы. Теперь очередные производственные рубежи варочный участок по производству полуцеллюлозы блока цехов производства картона Архангельского ЦБК будет достигать значительно быстрее».

Используемая технология варки полуцеллюлозы является ресурсо- и энергосберегающей, так как выход полуфабриката из древесины составляет 78,8% против 48–57% сульфатной целлюлозы. В новом цехе установлена современная система промывки полуцеллюлозы, позволяющая



АЦБК

увеличить степень удаления щелока до 98,5%, в результате этого значительно снижается количество загрязняющих веществ, сбрасываемых на сооружения биологической очистки со сточными водами.

Весь производственный процесс максимально автоматизирован, участие человека заключается лишь в контроле и управлении технологическим оборудованием, периодическом его обслуживании.

Одновременно продолжилась модернизация картоноделательных машин. На КДМ-1 были завершены мероприятия по модернизации сеточного

стола с установкой верхнего формующего устройства, пароконденсатной системы, размольно-подготовительного участка; модернизации вакуумного хозяйства (выполнена установка воздуходувок, которая позволила сократить потребление свежей воды на машине на 50%).

В 2017 г. Архангельский ЦБК приступил к масштабной модернизации КДМ-2, в рамках которой выполнен целый ряд мероприятий по реконструкции картоноделательной машины: модернизация размольно-подготовительного участка, сеточной части, прессовой части с установкой башмачных прессов; замена вакуумного хозяйства (установка воздуходувок, которая позволила сократить



Выпарная станция



Выпарная станция в цехе



Новый цех полуцеллюлозы УПЦ

потребление свежей воды на машине на 50%); установка машинного сортирования КДМ-2; модернизация сушильной части; замена продольно-резательного станка; модернизация транспортно-упаковочной линии; обновление вспомогательных систем КДМ.

Реализация одного из самых технически сложных проектов в российской целлюлозно-бумажной промышленности заняла в общей сложности два года — в конце мая 2019 г. состоялся технологический пуск обновленного агрегата.

Дмитрий Храпач, в 2012–2021 гг. начальник производства картона, отмечает: *«В 2020 г. Архангельский ЦБК стал выпускать картон для плоских слоев гофрокартона и гофробумагу в объеме более 600 тыс. т в год с широким спектром граммажей. Наряду с увеличением выработки мы продолжаем работу над совершенствованием качественных характеристик нашей продукции».*

Реализация второго этапа приоритетного инвестиционного проекта АЦБК в области освоения лесов «Реконструкция производства картона» дала

возможность Архангельскому ЦБК выпускать тарный картон в объеме более чем 600 тыс. т в год. Завершающим этапом приоритетного инвестиционного проекта стало строительство новой выпарной станции.

Проект строительства новой выпарной станции, технологические решения для которой были предложены руководителями и специалистами Архангельского ЦБК, в частности Н. М. Костогоровым, П. В. Солнцевым, Д. В. Храпачом, Д. А. Касимовым, направлен на [6]:

- ▶ увеличение производительности и повышение энергоэффективности оборудования;
- ▶ увеличение объемов оборотного водопотребления;
- ▶ снижение сброса загрязняющих веществ в водный объект;
- ▶ снижение выбросов дурнопахнущих газов в атмосферный воздух.

В результате реализации проекта выполнена замена существовавших выпарных станций суммарной производительностью 2*150 т/ч по испаряемой влаге. Указанные выпарные станции находились в эксплуатации около 50 лет, имели устаревшую конструкцию,

не позволяли увеличить содержание сухого вещества в черном щелоке, направляемом на сжигание в содорегенерационные котлы, 56–58%. Также на прежних выпарных станциях отсутствовали:

- ▶ система оборотного водоснабжения;
- ▶ система разделения конденсатов «соковых паров» на сильно- и слабозагрязненные и их очистка;
- ▶ система сбора и очистки дурнопахнущих выбросов.

Новая выпарная станция предназначена для упаривания сульфатного черного щелока хвойного потока и красного щелока производства полуцеллюлозы из лиственной древесины. Основная идеология технологической схемы заключается в отдельном упаривании хвойного черного щелока до концентрации не менее 50%, дальнейшем его смешении с красным щелоком в определенных пропорциях и далее — совместном упаривании смеси черного и красных щелоков. Уникальность новой технологической схемы позволяет обеспечить оптимальные концентрации щелоков перед выпарными аппаратами, что практически исключает их забитие минеральными отложениями и позволяет более энергоэффективно вести процесс упаривания. При этом она позволяет осуществить сбор высококачественного сульфатного мыла от «хвойных» черных щелоков отдельно от «лиственных» с передачей его на дальнейшую переработку. Упаренный смешанный щелок с концентрацией 65% сухого вещества подается на сжигание в содорегенерационные котлы.

Конструкция выпарных аппаратов каждой линии позволяет разделить конденсаты соковых паров на сильнозагрязненные и слабозагрязненные. Сильнозагрязненные конденсаты подаются

на очистку в стриппинг-колонну, представляющую собой сложную колонну с дополнительной боковой отпарной секцией. Стриппинг-колонна загрязненного конденсата интегрирована в схему выпарных аппаратов сульфатной линии. На очистку в стриппинг-колонну подаются загрязненные конденсаты, в том числе конденсаты от каплеотделителей системы НКГ выпарной станции. Система очистки позволяет использовать конденсат на технологические нужды производства.

На выпарной станции предусмотрена установка системы сбора неконденсирующихся газов, как низкоконцентрированных или разбавленных (РНКГ), так и высококонцентрированных (КНКГ).

РНКГ собираются с новых атмосферных баков щелока, участка полуцеллюлозы, КНКГ собираются с бака грязного конденсата, вакуумной системы поверхностных конденсаторов и стриппинг-колонны. Собранные РНКГ и КНКГ сжигаются в котельной, в состав которой входят специальные жаротрубные паровые котлы, которые оснащены системой подавления и снижения выбросов NO_x , необходимой системой защиты и мокрым двухступенчатым скруббером с насадкой, в котором дымовые газы промываются орошающим раствором для улавливания SO_2 .

Таким образом, новая выпарная станция не только выполняет технологическую функцию упаривания и подготовки к сжиганию отработанного черного и красного щелока, но и обеспечивает очистку отходящих газов и загрязненных конденсатов; последние используются для технологических целей.

С целью рационального использования водных ресурсов создана система оборотного

водоснабжения, включающая градирню, охлаждающую теплую воду после теплообменного оборудования новой выпарной станции, из которой уже охлажденная вода возвращается в технологический процесс для повторного использования.

На новой выпарной станции ТЭС-2 используются следующие наилучшие доступные технологии (ИТС 1-2015 «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона») [7]:

1. Сбор и сжигание газов с последующей очисткой выбросов от диоксида серы.
2. Организация системы сбора проливов и их возврат в производство.
3. Оснащение современной системой управления технологическим процессом (АСУТП),

позволяющим контролировать процесс, обнаруживать сбои, исправлять их или переводить технологический процесс в безопасный режим вплоть до безопасного останова процесса.

Интегральный экологический эффект данного проекта по состоянию на 2021 г. включает несколько составляющих, в том числе:

- ▶ сокращение удельного объема сброса сточных вод на 81% (с 7,08 до 1,34 м³/т влагосъема);
- ▶ снижение потребления воды на охлаждение на 97% (с 7,2 до 0,2 м³/т влагосъема);
- ▶ сокращение потребления тепловой энергии на 24% (с 0,67 до 0,54 ГДж/т влагосъема);
- ▶ снижение выброса серосодержащих загрязняющих веществ на 99% (с 0,04 до 0,0004 кг/т влагосъема).



ДБП

После реализации и завершения приоритетного инвестиционного проекта Архангельский ЦБК продолжает работу по модернизации, развитию производства и переходу к использованию нового энергоэффективного оборудования.

В 2018 г. руководство Архангельского ЦБК приняло третью по счету стратегию низкоуглеродного развития до 2030 г., цель которой состоит в сокращении абсолютных выбросов парниковых газов на 55% по сравнению с базовым 1990 г. (до 1,4 млн т CO₂-экв. при ожидаемой варке 1 млн т в год) [8].

Для достижения этой цели на Архангельском ЦБК уже осуществляются мероприятия, направленные на снижение энергоёмкости производства продукции, повышение эффективности выработки энергии на собственных энергоисточниках, увеличение доли биомассы в топливном балансе, замену ископаемого топлива с высокими удельными выбросами парниковых газов на менее углеродоемкие (замена угля и мазута природным газом).

Перевод Архангельского ЦБК на газ — это новый масштабный проект, который позволит предприятию полностью отказаться от каменного угля, что позволит снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также будет способствовать сокращению выбросов парниковых газов.

Дмитрий Зылёв, генеральный директор Архангельского ЦБК, подчеркивает: *«Переход на природный газ позволит существенно сократить выбросы предприятия в атмосферу, а также окажет влияние на стабилизацию эмиссии парниковых газов. АЦБК прекратит захоронение золошлаков, образующихся после сжигания угля*

в котлах, на шлакозолоотвале и снизит потребление воды».

АО «Архангельский ЦБК» сегодня — это успешное, активно развивающееся предприятие, которое уделяет особое внимание внедрению наилучших доступных технологий. Действенность проектов эколого-технологической модернизации подтверждается, в частности, результатами сравнения массы выбросов загрязняющих веществ в 1989 г. с показателями 2021 г.

Согласно тому «Выбросы вредных веществ, 1989 г.» ежегодника «Состояние загрязнения воздуха и выбросов в атмосферу городов и промышленных центров Советского Союза», в городе Новодвинске выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников составили 92 тыс. т/год, в том числе твердые вещества — 50 тыс. т/год, диоксид серы — 14 тыс. т/год, сероводород — 3,7 тыс. т/год, метилмеркаптан — 0,988 тыс. т/год [9]. В те годы основной вклад в выбросы данных веществ вносил Архангельский ЦБК.

Согласно данным отчетности, подготавливаемой АО «Архангельский ЦБК» ежегодно, аналогичные показатели в 2021 г. составили: суммарные выбросы в атмосферный воздух — 23,875 тыс. т/год, в том числе твердые вещества — 6,3 тыс. т/год, диоксид серы — 10,958 тыс. т/год, сероводород — 0,005 тыс. т/год, метилмеркаптан — 0,007 тыс. т/год.

Помимо сокращения валового выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух в три раза, при увеличении варки целлюлозы (940,4 тыс. т/год в 1989 г. и 983,89 тыс. т/год в 2021 г.), следует отметить рост в 67 раз доли улавливания такого дурнопахнущего газа, как сероводород.

Один из ключевых принципов концепции наилучших доступных технологий — это принцип последовательного улучшения, повышения ресурсной эффективности производства и последовательного снижения негативного воздействия на окружающую среду [10]. АО «Архангельский ЦБК» неуклонно следует этому принципу, разрабатывая и реализуя новые

проекты эколого-технологической модернизации и активно участвуя в актуализации информационно-технических справочников, обсуждении подходов к установлению индикативных показателей выбросов парниковых газов, организуя конференции и семинары для предприятий отрасли и широкого круга заинтересованных сторон.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Официальный сайт Архангельского ЦБК. История предприятия.* — [Электронный ресурс] — [Режим доступа]: <https://www.appm.ru/about/>.
2. *Четвертый древесно-подготовительный цех АЦБК 10 лет работает по НДТ // Экология производства.* — 2016. — [Электронный ресурс] — [Режим доступа]: <http://www.ecoindustry.ru/news/view/48354.html>.
3. *Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата.* Принята 09.05.1992 — [Электронный ресурс] — [Режим доступа]: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml.
4. *Строительство нового многотопливного котла высокого давления №8 для сжигания древесных отходов и осадков сточных вод на ТЭС-1 ОАО «Архангельский ЦБК».* — [Электронный ресурс] — [Режим доступа]: <http://www.szem.ru/objects/2/>.
5. *Архангельский ЦБК завершил инвестпроект по реконструкции картонного производства // Леспром, 2020.* — [Электронный ресурс] — [Режим доступа]: <https://lesprominform.ru/news.html?id=13842>.
6. *Официальный сайт Архангельского ЦБК. Глава Минпромторга России Денис Мантуров запустил новую выпарную станцию АЦБК.* — [Электронный ресурс] — [Режим доступа]: <https://www.appm.ru/press-center/glava-minpromtorga-rossii-denis-manturov-zapustil-novuyu-vyparnuyu-stantsiyu-atsbk/>.
7. *Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 1-2015 «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона».*
8. *Архангельский ЦБК принял стратегию низкоуглеродного развития // Лесопромышленный комплекс.* — [Электронный ресурс] — [Режим доступа]: <https://programlesprom.ru/arhangelskii-cbk-prinya-l-strategiyu-nizkouglerodnogo-razvitiya/>.
9. *Ежегодник «Состояние загрязнения воздуха и выбросов в атмосферу городов и промышленных центров Советского Союза» / Под ред. М. Е. Берлянда.* — М.: Госгидромет, 1990.
10. *Скобелев Д. О. Экологическая промышленная политика: основные направления и принципы становления в России // Вестник Московского университета. Серия б. Экономика. №4. 2019. С. 78–94.*