

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕГРУЗКИ СЕРЫ НА ООО «БУЗАН-ПОРТ»

Дульгер Н.В., Кораблин А.В., Дульгер П.П.

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Ключевые слова: порт, сера, механизированная линия, технологический процесс, перегрузочная площадка, грузовой причал.

Аннотация. В статье представлен анализ технологического процесса перегрузки комовой или гранулированной серы, осуществляемый на объекте «Грузовой причал ООО «Бузан-порт»». Представленные технологические схемы обеспечивают транспортировку продукции от Аксарайского газоперерабатывающего завода водным транспортом потребителям. Рассмотрены и проанализированы два основных способа перегрузки серы: перегрузка из специализированных контейнеров ЯИМН с использованием грузоподъемных кранов (козловой кран КС50-42В и гусеничный стреловой кран МКГС-100) и перегрузка насыпного груза из самосвалов через приемный бункер и конвейерную систему непосредственно в трюм судна. Для проведения анализа технологического процесса построены планы перегрузочных площадок в масштабе, с различными механизированными линиями. Описаны производственные подразделения причала, включая механизированную линию №1, где осуществляется погрузка серы из контейнеров в суда типа «Волго-Дон» с помощью козловых кранов. Особое внимание уделено оборудованию и технологическим операциям, используемым при перегрузке серы. Рассмотренный в статье принцип планирования перегрузочных площадок в порту может быть использован для создания новых и совершенствования существующих грузовых причалов порта предназначенных для перегрузки серы автомобильным транспортом на суда.

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SULFUR RELOADING AT BUZAN-PORT LLC

Dulger N.V., Korablin A.V., Dulger P.P.

Astrakhan State Technical University, Astrakhan

Keywords: port, sulfur, mechanized line, technological process, transshipment area, cargo pier.

Abstract. This article presents an analysis of the technological process for handling lump or granular sulfur, carried out at the Buzan-Port LLC Cargo Terminal. The presented process flow diagrams ensure the transportation of products from the Aksaray Gas Processing Plant by water to consumers. Two main methods of sulfur handling are considered and analyzed: handling from specialized YIMN containers using overhead cranes (the KS50-42V gantry crane and the MKGS-100 crawler boom crane) and handling bulk cargo from dump trucks through a receiving hopper and a conveyor system directly into the vessel's hold. To analyze the technological process, plans of the handling areas were constructed to scale, with various mechanized lines. The berth's production units are described, including mechanized line #1, where sulfur is loaded from containers onto Volga-Don-type vessels using a gantry crane. Particular attention is paid to the equipment and technological operations used for sulfur transshipment. The principles of planning port transshipment platforms discussed in this article can be used to create new and improve existing port cargo berths for the transshipment of sulfur by road onto ships.

Введение

Возрастающая потребность в эффективной и безопасной транспортировке серы от производителей к потребителям, как на внутреннем, так и на международных рынках является актуальной задачей, обусловленной ростом производства серы как побочного продукта нефтегазовой отрасли, увеличением спроса на серу в производстве удобрений и ужесточением экологических требований к хранению и транспортировке. Технологические процессы перегрузки серы играют ключевую роль в обеспечении надежности поставок и минимизации логистических издержек. Технологический процесс перегрузки комовой либо гранулированной серы на объекте «Грузовой причал ООО «Бузан-порт» (рис. 1) является составной частью процесса транспортировки продукции от производителя – Аксарайского

газоперерабатывающего завода (АГПЗ) ООО «Газпром добыча Астрахань» [1] – потребителям России и других государств водным транспортом.

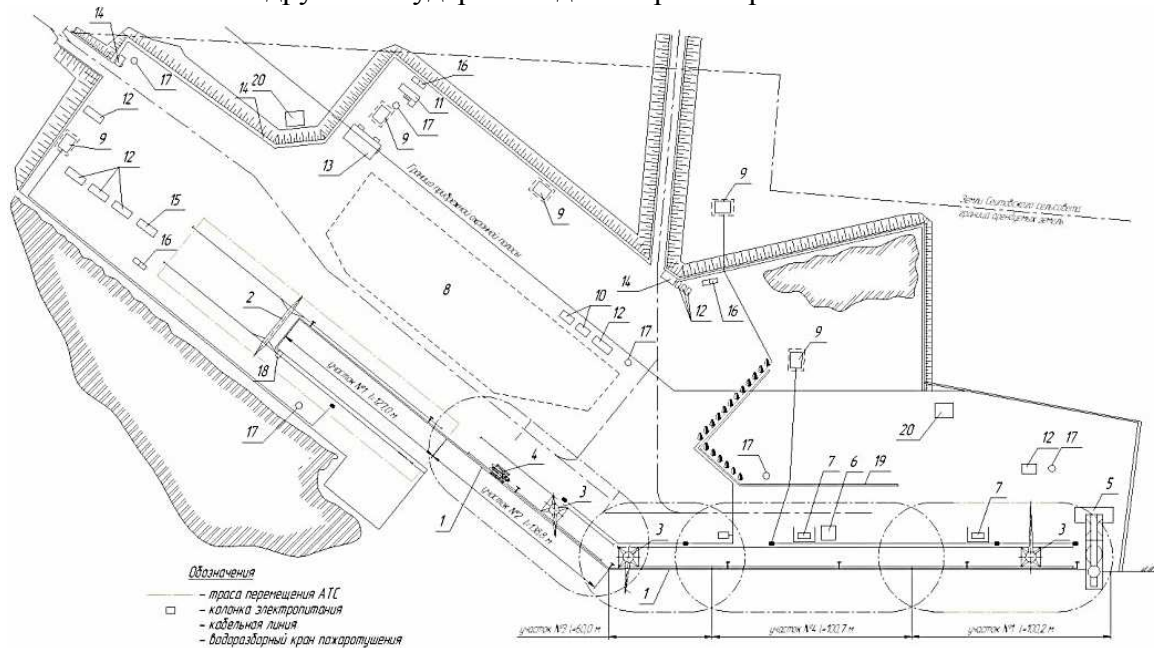


Рис. 1. План-схема Астраханского порта ООО «Бузан-порт: 1 – причальная стенка; 2 – козловой кран КС 50-42В; 3 – портальный кран КПП-16/20/32; 4 – кран стреловой самоходный МКГС-100; 5 – ленточный конвейер КПЛН-26АМ; 6 – технологический приямок для грейферной перегрузки серы; 7 – технологический приямок для спецконтейнера; 8 – открытый склад временного хранения генеральных грузов; 9 – трансформаторная подстанция; 10-мастерские; 11 – здание управления; 12 – производственно-бытовое здание; 13 – столовая; 14 – КПП; 15,16 – санитарно-бытовое помещения; 17 – мачта освещения территории; 18 – насосная станция пожарного водоснабжения; 19,20 – лотки и емкость для сбора дождевых вод

Комовая либо гранулированная сера поступает в порт в спецконтейнерах ЯИМН грузоподъемностью (г/п) 18 т и 26 т [2], транспортируемых автопоездами в составе тягача, либо перевозится самосвальным автотранспортом.

Материалы и методы исследований

Процесс перегрузки серы с автомобильного транспорта на суда в порту, осуществляется двумя способами перегрузки.

1. Перегрузка комовой серы в герметичных контейнерах.

Комовая либо гранулированная сера, поступающая в герметичных контейнерах, доставляется автотранспортом на грузовой причал. С помощью кранов контейнеры перегружаются с автотранспорта в трюм речного судна. Используются разные комбинации кранов (козловые электрические, портальные и гусеничные) в зависимости от места погрузки. Выгрузка серы из контейнера происходит непосредственно в трюме судна путем опрокидывания. После чего производится перестроповка порожнего контейнера за четыре проушины и его погрузка грузоподъемным краном на грузовую площадку. Контейнеры возвращаются автотранспортными средствами на АГПЗ, где вновь загружаются, после чего цикл повторяется.

2. Перегрузка гранулированной серы навалом.

Насыпной груз из АГПЗ, который доставляется на территорию причала, доставляется самосвалами с укрытым брезентом кузовом на перегрузочную площадку. Автомобили заезжают в автомобильное приемное устройство (АПУ), расположенное над приемным бункером конвейера и оборудованное системами очистки воздуха. Для минимизации пыления сера выгружается в приемный бункер конвейеров (модульного типа) без снятия брезента. Сера из бункера с помощью ленточного конвейера или погрузочным комплексом подается к механизму разгрузки и с помощью разгрузочной трубы с рукавом сыпается в

трюм судна. По мере заполнения трюма судна серой, разгрузочная труба перемещается в горизонтальном и вертикальном направлении с помощью электропривода в пределах угла поворота разгрузочной трубы. Для равномерного распределения серы в трюме используется разгрузочный рукав, который перемещается с помощью электропривода.

На объекте «Грузовой причал ООО «Бузан-порт»» имеется пять грузоподъемных кранов, которые способны перегружать контейнеры с АТС в судно: три перегрузочных порталных крана КПП16/20/32 г/п 32 т, козловой кран КС50-42В г/п 50 т, гусеничный стреловой кран МКГС-100 г/п 100 т. Две конструктивно-технических системы КПЛН-26АМ и СКПЛ-10/1, способны перегружать серу из приемных бункеров в судно [3].

На территории «Грузовой причал ООО «Бузан-порт»» расположены семь механизированных линии с погрузочными местами.

Механизированная линия №1 (МЛ1) на погрузочном месте №1 (МП1) (рис. 2, а) – погрузка комовой либо гранулированной серы из герметичных контейнеров ЯИМН г/п 16 т и г/п 32 т в трюм сухогрузных самоходных барж и в сухогрузные суда типа «Волго-Дон» осуществляется козловым электрическим краном КС-50-42В г/п 50 т. Доставка серы в герметичных контейнерах г/п 16 т и 32 т осуществляется со складов АГПЗ автомобильным транспортом (МАЗ 64229-027 и МАЗ 9506). Выгрузка контейнеров с комовой серой ведется козловым электрическим краном КС50-42В г/п 50 т. Самовыгрузка серы осуществляется при непосредственном касании контейнера дна трюма судна или уровня серы.

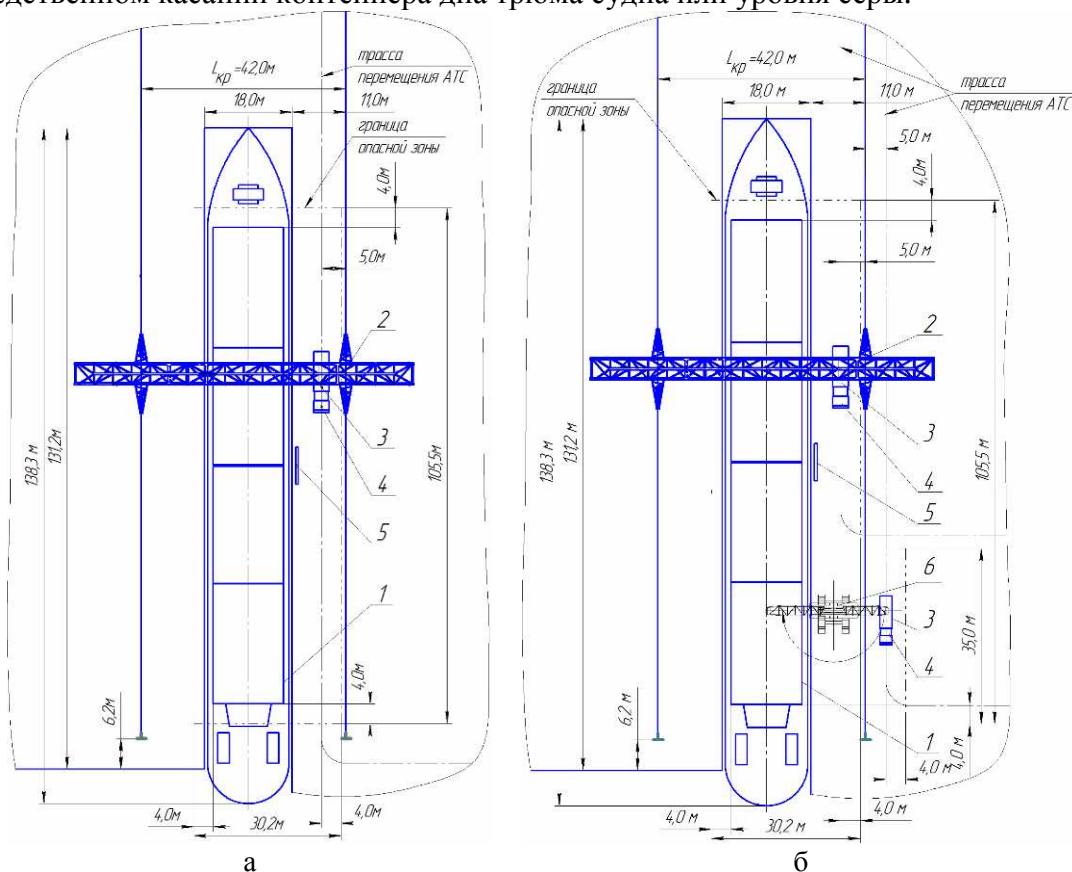


Рис. 2. План перегрузочной площадки МЛ1 и МЛ2 на МП1: а – механизированная линия №1 (МЛ1) на погрузочном месте №1 (МП1): 1 – сухогрузное судно; 2 – козловой кран КС50-42В; 3 – контейнер ЯИМН; 4 – АТС; 5 – щит со схемами строповки; б – механизированная линия №2 (МЛ2) на погрузочном месте №1 (МП1): 1 – сухогрузное судно; 2 – козловой кран КС50-42В; 3 – контейнер ЯИМН; 4 – АТС; 5 – щит со схемами строповки; 6 – гусеничный стреловой кран МКГС-100

МЛ2 на МП1 (рис. 2, б) – погрузка комовой либо гранулированной серы из герметичных контейнеров ЯИМН г/п 16 т и г/п 32 т в трюм сухогрузных самоходных барж и в сухогрузные суда типа «Волго-Дон» осуществляется козловым электрическим краном КС-50-42В г/п 50 т и гусеничным стреловым краном МКГС-100 г/п 100 т. Доставка серы в

герметичных контейнерах г/п 16 т и 32 т осуществляется со складов АГПЗ автомобильным транспортом (МАЗ 64229-027 и МАЗ 9506). Выгрузка контейнеров с комовой серой ведется козловым электрическим краном КС50-42В г/п 50 т и гусеничным стреловым краном МКГС-100 г/п 100 т. Самовыгрузка серы осуществляется также как МЛ1 на МП1.

МЛ3 на МП2, МП3, МП4 (рис. 3, а) – погрузка комовой либо гранулированной серы из герметичных контейнеров ЯИМН г/п 16 т и г/п 32 т в трюм сухогрузных самоходных барж и в сухогрузные суда типа «Волго-Дон» осуществляется портальным краном КПП16/20/32 г/п 32 т. Доставка серы в герметичных контейнерах г/п 16 т и 32 т осуществляется со складов АГПЗ автомобильным транспортом (МАЗ 64229-027 и МАЗ 9506). Выгрузка контейнеров с комовой серой ведется портальным краном КПП16/20/32 г/п 32 т. Самовыгрузка серы осуществляется также как МЛ1 на МП1.

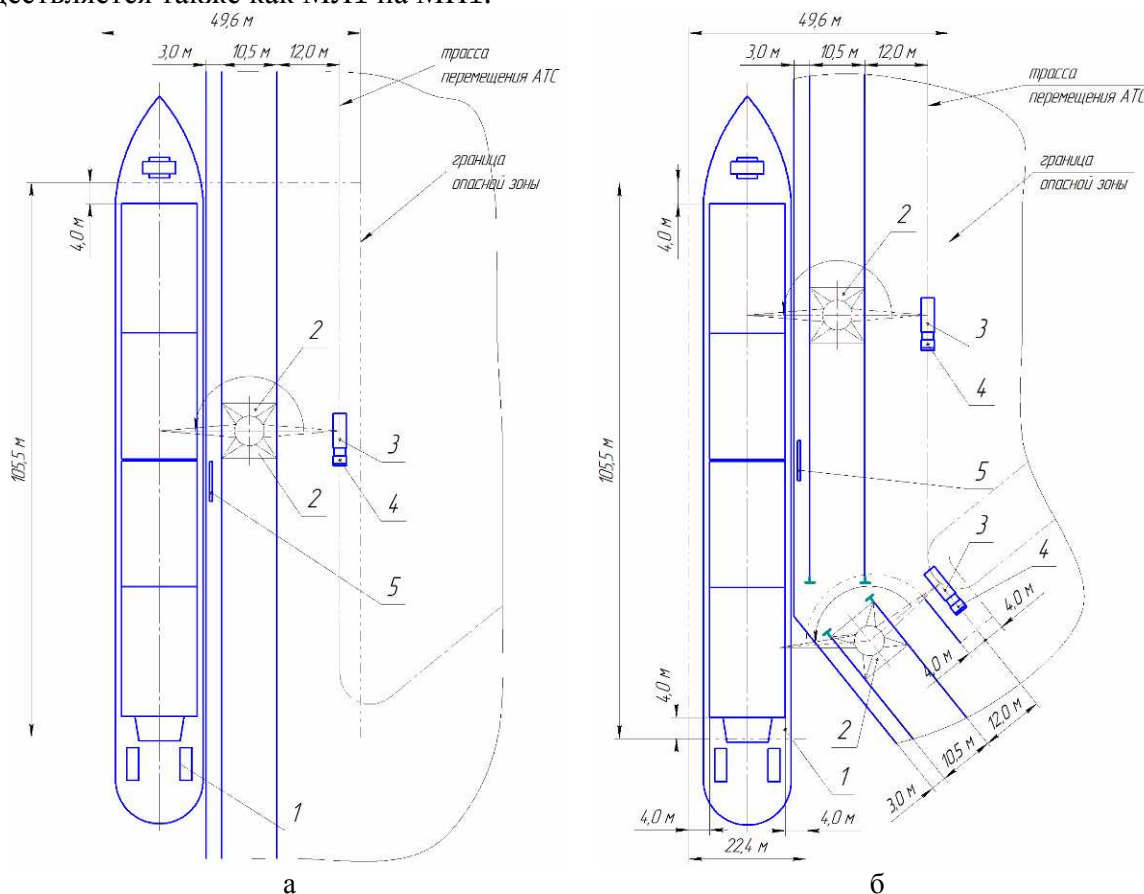


Рис. 3. План перегрузочной площадки МЛ3 и МЛ4 на МП2 (аналогично на МП3, МП4):

- а – механизированная линия №3 (МЛ3) на погрузочном месте №2 (МП2): 1 – сухогрузное судно; 2 – портальный кран КПП16/20/32; 3 – контейнер ЯИМН; 4 – АТС; 5 – щит со схемами строповки;
- б – механизированная линия №4 (МЛ4) на погрузочном месте №2 (МП2): 1 – сухогрузное судно; 2 – портальный кран КПП16/20/32; 3 – контейнер ЯИМН; 4 – АТС; 5 – щит со схемами строповки

МЛ4 на МП2, МП3, МП4 (рис. 3, б) – погрузка комовой либо гранулированной серы из герметичных контейнеров ЯИМН г/п 16 т и г/п 32 т в трюм сухогрузных самоходных барж и в сухогрузные суда типа «Волго-Дон» осуществляется двумя портальными кранами КПП16/20/32 г/п 32 т. Доставка серы в герметичных контейнерах г/п 16 т и 32 т осуществляется со складов АГПЗ автомобильным транспортом (МАЗ 64229-027 и МАЗ 9506). Выгрузка контейнеров с комовой серой ведется двумя портальными кранами КПП16/20/32 г/п 32 т.

Самовыгрузка серы осуществляется также как МЛ1 на МП1. МЛ5 на МП2 (рис. 4) – погрузка комовой либо гранулированной серы из герметичных контейнеров ЯИМН г/п 16 т и г/п 32 т в трюм сухогрузных самоходных барж и в сухогрузные суда типа «Волго-Дон» осуществляется портальным краном КПП16/20/32 г/п 32 т и гусеничным стреловым краном МКГС-100 г/п 100 т.

Схема перегрузки МЛ1, МЛ2, МЛ3, МЛ4, МЛ5 следующая: доставка серы в герметичных контейнерах ЯИМН г/п 16 т и г/п 32 т на грузовой причал автомобильным транспортом (МАЗ 64229-027 и МАЗ 9506); въезд АТС на погрузочное место (МП1-МП4) с остановкой в положении разгрузки по команде лица, ответственного за безопасное производство работ кранами; перегрузка контейнера с площадки АТС в трюм судна краном либо двумя грузоподъемными кранами (МЛ1 – козловым электрическим краном КС-50-42В г/п 50 т; МЛ2 – козловым электрическим краном КС-50-42В г/п 50 т и гусеничным стреловым краном МКГС-100 г/п 100 т; МЛ3 – порталным краном КПП16/20/32 г/п 32 т; МЛ4 – двумя порталными кранами КПП16/20/32 г/п 32 т; МЛ5 – порталным краном КПП16/20/32 г/п 32 т и гусеничным стреловым краном МКГС-100 г/п 100 т); перестроповка и разгрузка контейнера через разгрузочные люки опрокидыванием с использованием грузоподъемного крана; перестроповка и погрузка порожнего контейнера на площадку АТС; транспортировка порожнего контейнера с территории грузового причала к месту загрузки автомобильным транспортом.

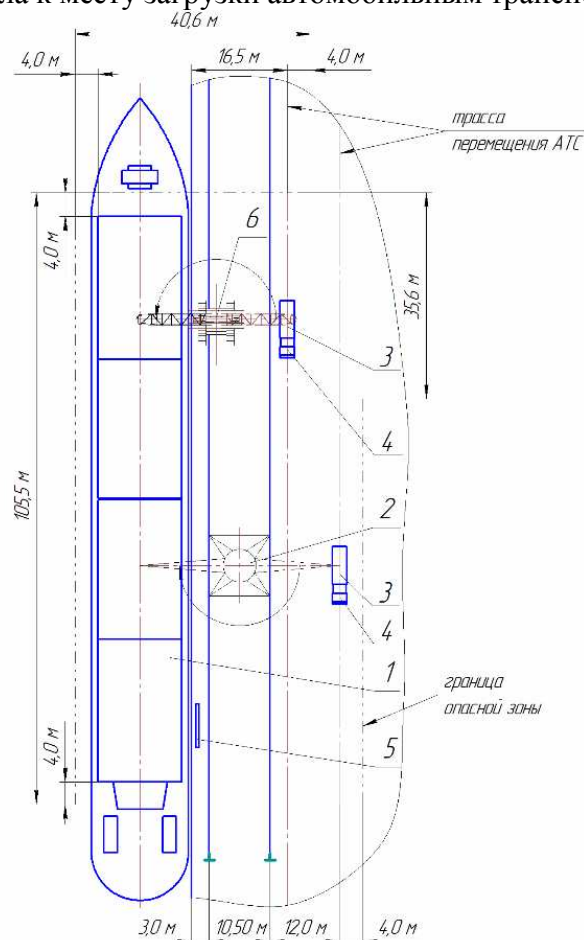


Рис. 4. План перегрузочной площадки МЛ5 на МП2: 1 – сухогрузное судно; 2 – порталный кран КПП16/20/32; 3 – контейнер ЯИМН; 4 – АТС; 5 – щит со схемами строповки; 6 – гусеничный стреловой кран МКГС-100

Доставка серы в герметичных контейнерах г/п 16 т и 32 т осуществляется со складов АГПЗ автомобильным транспортом (МАЗ 64229-027 и МАЗ 9506). Выгрузка контейнеров с комовой серой ведется порталным краном КПП16/20/32 г/п 32 т и гусеничным стреловым краном МКГС-100 г/п 100 т. Самовыгрузка серы осуществляется также как МЛ1 на МП1.

МЛ6 на МП5 (рис. 5) – погрузка гранулированной серы из приемного бункера в трюм сухогрузных самоходных барж и в сухогрузные суда типа «Волго-Дон» осуществляется ленточным конвейером КПЛН-26АМ. Доставка серы со складов АГПЗ осуществляется автомобильным транспортом (самосвалами МАЗ-551603-021 г/п 16 т).

Схема перегрузки МЛ6 следующая: доставка серы на территорию погрузочного места МП5 автомобильным транспортом (самосвалами МАЗ-551603-021 г/п 16 т, кузов которых

укрыт брезентом); заезд автосамосвала в автомобильное приемное устройство (АПУ) модульного типа из легких стальных конструкций над бункером конвейера.

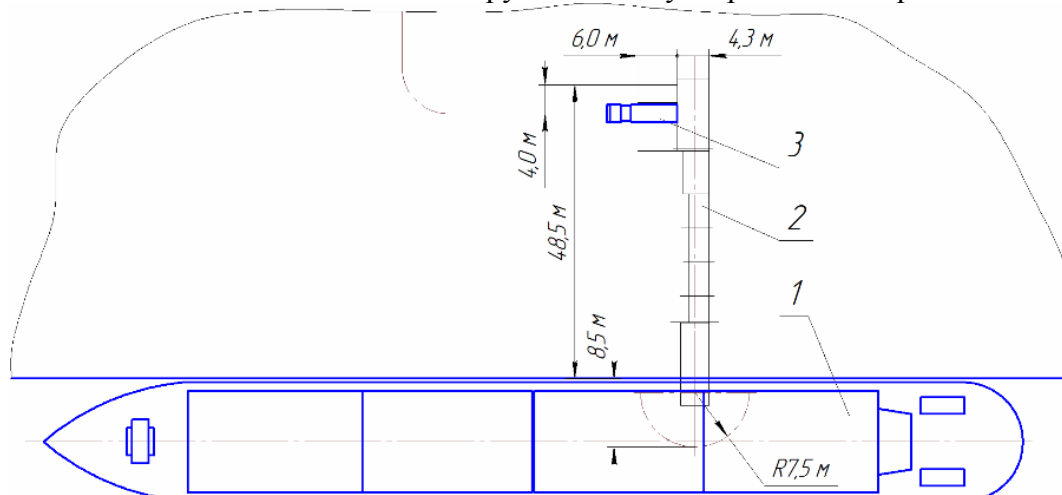


Рис. 5. План перегрузочной площадки МЛ6 на МП5: 1 – сухогрузное судно; 2 – погрузочный комплекс КПЛН-26АМ; 3 – АТС

Приемный бункер автомобильного приемного устройства устроен в виде «надбункерного» шатра с завесой-шторой из эластичных материалов и оборудован аспирационной системой вентиляции; выгрузка серы из кузова в приемный бункер ленточного конвейера КПЛН-26АМ без снятия брезента, для снижения пыления серы. Подача серы из бункера с помощью ленточного конвейера КПЛН-26АМ к механизму разгрузки с разгрузочным резиноканевым рукавом, обеспечивающим поступление серы в трюм судна на расстоянии между слоем груза и выходным отверстием рукава не более 1 м. Разгрузочное устройство, перемещается в горизонтальном и в вертикальном направлении с помощью электропривода в пределах поворота $\pm 120^\circ$ разгрузочной трубы.

МЛ7 на МП5 (рис. 6) – погрузка гранулированной серы из приемного бункера в трюм сухогрузных самоходных барж и в сухогрузные суда типа «Волго-Дон» осуществляется погрузочным комплексом СКПЛ-10/1. Доставка серы со складов АГПЗ осуществляется автомобильным транспортом (самосвалами МА3-551603-021 г/п 16 т).

Схема перегрузки МЛ7 следующая: доставка серы на территорию погрузочного места МП5 автомобильным транспортом (самосвалами МА3-551603-021 г/п 16 т, кузов которых укрыт брезентом); заезд автосамосвала в автомобильное приемное устройство модульного типа из легких стальных конструкций над бункером конвейера.

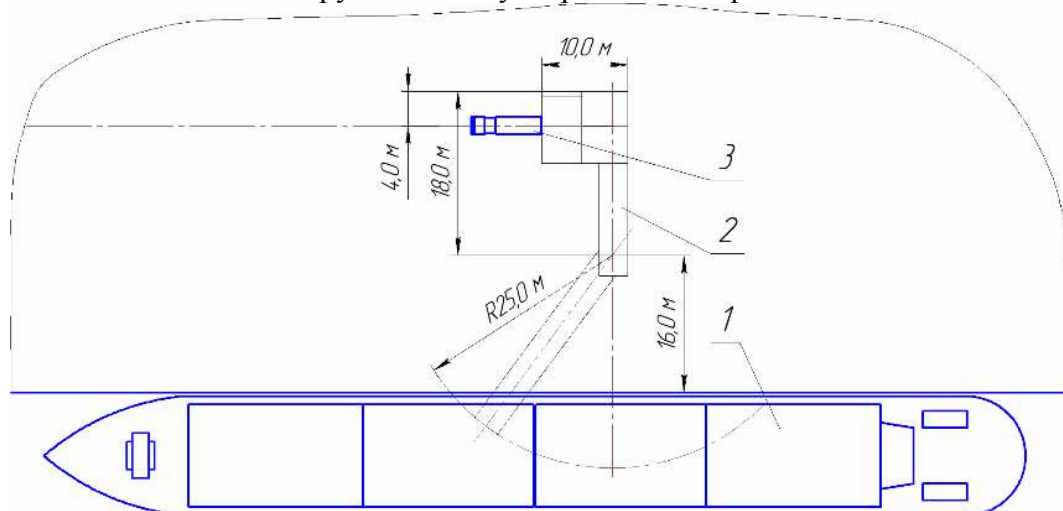


Рис.6. План перегрузочной площадки МЛ7 на МП5: 1 – сухогрузное судно; 2 – погрузочный комплекс СКПЛ-10/1; 3 – АТС

Выгрузка серы из кузова в приемный бункер погрузочного комплекса СКПЛ-10/1 без снятия брезента для снижения пыления серы; сера из бункера погрузочного комплекса СКПЛ-10/1 с помощью ленточного конвейера СКПЛ-10/1 подается к передвижному погрузчику на пневмоколесном ходу ПКПЛ 10-2 (входящему в состав погрузочного комплекса) и с помощью трубы разгрузочной с рукавом ссыпается в трюм судна с максимальным расстоянием между слоем груза и выходным отверстием резино-тканевого рукава не более 1 м.

Выводы

Анализ технологического процесса перегрузки комовой либо гранулированной серы на объекте «Грузовой причал ООО «Бузан-порт»», являющимся важным звеном в цепочке поставок продукции Аксарайского газоперерабатывающего завода (АГПЗ), показал, что порт обладает необходимым техническим оснащением для выполнения перегрузки в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны окружающей среды.

Выявлены основные особенности, обеспечивающие эффективность и безопасность перегрузки серы: использование герметичных контейнеров для комовой серы позволяет минимизировать потери продукта и предотвратить загрязнение окружающей среды, обеспечивая соответствие экологическим стандартам; применение автомобильного приемного устройства (АПУ) с системой аспирации и завесой-шторой эффективно снижает пыление при перегрузке гранулированной серы, что улучшает условия труда и снижает воздействие на окружающую среду; использование различного грузоподъемного оборудования, оптимально подобранного для вида серы (комовая/гранулированная) и места погрузки, позволяет повысить скорость перегрузки и снизить время простоя автотранспорта и судов.

Результаты проведенного анализа технологического процесса перегрузки серы на ООО «БУЗАН-ПОРТ» создают основу для решения ряда ключевых стратегических задач.

1. Разработка технико-экономического обоснования внедрения новых технологических схем погрузки. Это позволит оценить экономическую целесообразность и техническую реализуемость модернизации процессов, включая внедрение более производительного, экологичного и безопасного оборудования и технологий.

2. Разработка комплекса мер по привлечению новых грузопотоков в порт. При проведении маркетинговых исследований, выявить потенциальных клиентов и разработать конкурентоспособные предложения по перевалке различных видов грузов, используя сильные стороны порта и его географическое положение.

3. Оптимизация технологических и логистических процессов с целью увеличения пропускной способности отгрузки серы. Это может включать в себя оптимизацию графиков работы оборудования, улучшение координации между различными участниками процесса (автотранспорт, порт, суда), а также внедрение системы управления запасами.

4. Планирование и создание инфраструктуры для перегрузки различных видов грузов. На основе анализа потенциальных грузопотоков разработать проект создания или модернизации причалов, складов, подъездных путей и другого необходимого оборудования, обеспечивающего возможность перевалки широкой номенклатуры грузов.

Список литературы

1. ООО «Газпром добыча Астрахань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://astrakhandobycha.gazprom.ru>.
2. Специальное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spezcont.ru/specialnoe-oborudovanie.html>.
3. Транспортировка грузов для бизнеса | Терминал Бузан: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.терминалбузан.рф>.
4. Джаркенов Т.А. Оценка последствий воздействия серы на гидробиоценозы: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2008. – 22 с.

5. Бардышев О.А., Бардышев А.О. Обеспечение безопасности при перевалке сыпучих грузов в новых морских терминалах в России // Вестник МАНЭБ. – 2019. – Т. 24, № 1. – С. 5-11.
6. Тверигин А.А. Анализ риска конвейерных систем для перегрузки опасных грузов // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2012. – Т. 12, №2(54). – С. 32-40.
7. Гончарова Н.В. Обзор современного состояния технического оснащения речных терминалов России // Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек: труды 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2018». – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2018. – Вып. 7. – С. 6.
8. Панасенко Н.Н., Тверигин А.А. Производственный контроль портовых перегрузочных процессов опасных грузов // Инновационные технологии в машиностроении: проблемы, задачи, решения: сборник научных трудов. – Орск: Орский гуманитарно-технологический институт, 2012. – С. 192-197.
9. Нургалиев Е.Р. Перспективные технологические решения транспортировки гранулированной серы в мягких контейнерах автомобильным транспортом // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, №4-1(15-1). – С. 366-370. – DOI: 10.12737/13968.
10. Пустовая Л.Е., Чебышева В.А. Анализ и оценка уровня безопасности портовых сооружений на примере склада хранения серы // Безопасность техногенных и природных систем. – 2021. – №2. – С. 43-49. doi.org/10.23947/2541-9129-2021-2-43-49.

References

1. Gazprom Dobycha Astrakhan LLC [Electronic resource]. – Access mode: <https://astrakhandobycha.gazprom.ru>.
2. Specialized equipment [Electronic resource]. – Access mode: <https://spezcont.ru/specialnoe-oborudovanie.html>.
3. Cargo transportation for business | Buzan Terminal: [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.terminalbuzan.rf>.
4. Dzharhenov T.A. Assessment of the consequences of sulfur exposure on hydrobiocenoses: Abstract of diss. ... cand. of boil. sc.. – Astrakhan, 2008. – 22 p.
5. Bardyshev O.A., Bardyshev A.O. Ensuring safety during transshipment of bulk cargo in new sea terminals in Russia // Bulletin of MANEB. 2019, vol. 24, no. 1, pp. 5-11.
6. Tverigin A.A. Risk analysis of conveyor systems for handling hazardous goods // Bulletin of Astrakhan State Technical University. 2012, vol. 12, no. 2(54), pp. 32-40.
7. Goncharova N.V. Review of the current state of technical equipment of river terminals in Russia // Problems of use and innovative development of inland waterways in the basins of great rivers: proc. 19th International scientific and industrial forum "Great Rivers-2018". – Nizhny Novgorod: Volga State University of Water Transport, 2018. – Issue 7. – P. 6.
8. Panasenko N.N., Tverigin A.A. Industrial control of port handling processes for hazardous cargo // Innovative technologies in mechanical engineering: problems, tasks, solutions: collection of scientific papers. – Orsk: Orsk Humanitarian-Technological Institute, 2012. – P. 192-197.
9. Nurgaliev E.P. Promising technological solutions for transporting granulated sulfur in soft containers by road transport // Current areas of scientific research in the 21st century: theory and practice. 2015, vol. 3, no. 4-1(15-1), pp. 366-370. doi.org/10.12737/13968.
10. Pustovaya L.E., Chebysheva V.A. Analysis and assessment of the safety level of port facilities using the example of a sulfur storage warehouse // Safety of man-made and natural systems. 2021, no. 2, pp. 43-49. doi.org/10.23947/2541-9129-2021-2-43-49.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Дульгер Надежда Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины и наземный транспорт»	Dulger Nadezhda Valerievna – candidate of technical sciences, associate professor of the Department of general engineering disciplines and ground transport
Кораблин Анатолий Викторович – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Общеинженерные дисциплины и наземный транспорт»	Korablin Anatoly Viktorovich – candidate of technical sciences, associate professor, professor of the Department of general engineering disciplines and ground transport
Дульгер Полина Павловна – студентка ndulger@yandex.ru	Dulger Polina Pavlovna – student

Получена 08.10.2025