

ВНЕДРЯВАНЕ НА СЪВРЕМЕННИ БРЕГОВИ СЪОРЪЖЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПРИСТАНИЩНА ОБРАБОТКА НА ТЕЧНИ ТОВАРИ

Валентина Грънчарова

Резюме: Статията представя сравнение на съвременни брегови съоръжения, използвани за приемане и транспортиране на течни товари и начини за подобряване на надеждността и ефективността на пристанищните терминали.

Ключови думи: пристанище, течни товари, брегови съоръжения

I. УВОД

Един от първоначалните етапи на развитие на търговията с нефт в крайбрежните територии включва пренос на добитото сурово земно масло до брега по тръбопроводи, намиращи се на морското дъно. За да се повиши ефективността на преносния процес и да се осигури безопасност при обработката на танкерите на кея се налага извършването на технико-икономическа оценка на използваните съоръжения и методи на работа.

Двете възможни конструктивни решения за пренос на течни горива между съхраняващия танк и превозващия кораб са използването на товарни шлангове и преносими товарни стрели. Тези товарни съоръжения трябва да следват хоризонталните и вертикални движения на кораба.

От икономическото сравнение между двете преносни системи и от очакваните количества продукция, географско положение и условия на околната среда зависи и приетото решение за работа.

II. ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Анализ на съоръженията, използвани за пренос и товарене на течни горива

Системите за пренос на суров нефт от морски нефтени находища, изградени от гъвкавите шлангове TRELLINE правят използването на твърдите стоманени тръбопроводи нерационално. Основните предимства на тези шлангове се дължат на факта, че лесно се монтират и изискват минимално оборудване. Стандартът API 17K на Bureau Veritas поставя изисквания към шланговете, работещи в морски условия по отношение на : методът на изработване; характеристиката на използваните материали и допустимите стойности за износоустойчивост; начинът на извършване на статичен и хидродинамичен и анализ на шланговете. Тяхната издръжливост и вътрешното напрежение между частиците се оценява аналитично при един товар и при едновременно пренасяне на повече от едно течно гориво. За морски условия тези шлангове трябва да имат по-дълъг експлоатационен срок (10 до 25 години). При големи дълбочини те са изградени от закалени стоманени обръчи и гума, закалена стоманена обвивка с вградени кабели за укрепване, образуващи един елемент, а в края имат специално уплътнение, което приляга към фланеца(фиг. 1). Дължината на шланговете е 12 метра и обикновено имат необходимата хоризонтална или вертикална сглобка за монтаж. Съгласно изискванията на стандарта API 17 K вътрешното налягане трябва да е от 15 до 21 бара, а вътрешния диаметър на тръбите е от 150 мм (6 инча) до 900 мм(36 инча) [4].

Преносимите стрели за товарене са устройства с гъвкави шарнирни стави. Те се използват за свързване на танкери или химикаловози с нефтения терминал. Конструктивното им оформление е съобразено с последните изисквания по системите за пренос на течни товари. За по-лесно предвижване на стрелата е необходимо тя да се балансира с противотежести. Обикновеното шарнирно съединение на товарните стрели заедно с високо надеждното симетрично рамо за товарене е съобразено с новите стандарти за надеждност на системите за пренос на втечени товари. На фигура 2 е показана симетрична преносима стрела за брегово товарене, състояща се от неподвижна връзка с пантограф и устройства за симетрична поддръжка. Тези стрели могат да се

използват при претоварване на течни товари с ниска температура; едновременно пренасяне на огромни количества от различни видове товари и като съоръжения на плаващи кейове. Ако шарнирната става може да поеме силите, които се появяват при преноса на различните продукти, тогава поддържаща рамка може да не се използва[1]. Тя не може да се премахне при работа с ниско температурни втечнени газове и при силно разяждащи течности.



Фиг. 1 Шлангове за пренос на течни горива по море

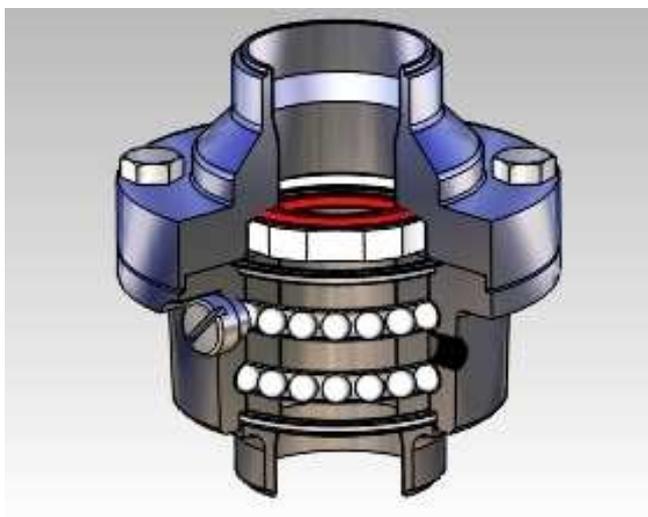


Фиг. 2 Симетрична преносима стрела за товарене

Най-разпространените и наложили се в практиката преносими стрели за товарене на рейда са на фирмата Chiksan. Те се използват за товарене на различни видове кораби, от малки речни баржи до големи танкери. В зависимост от конструктивното си оформление те могат да се управляват ръчно и/или хидравлично, и трябва да са устойчиви на движенията на кораба, породени от действията на теченията и на морските вълни. При извършване на товаро-разтоварни работи

фланците, свързващи и фланцевите съединения, трябва да имат уплътнителни гарнитури от маслоустойчив материал, манифолдите (товаро-разтоварните колектори) да са снабдени с изправни манометри и всички устройства, контролиращи нивото на товара в танка, да са включени [5]. Преди връзката е прекъсната съдържанието от товарната стрела трябва да бъде източено и спирателните кранове да са затворени. Товари от течна сярна на втечен природен газ също могат да се товарят от преносими товарни стрели.

Всички товарни стрели, предназначени за товарене на втечен природен газ на рейда или в открито море, използват Chiksan въртящи се шарнирни стави (фиг. 3). Корпусът на тези стави е изработен от закалена неръждаема стомана. Те имат шест степени на свобода, което осигурява изключителна надеждност и оптимална уплътняемост при пренос на втечени газове (етилен, природен газ, азот и др.) при температури от -196°C до $+100^{\circ}\text{C}$ и налягане от 0,3 бара до 50 бара). Изграден е от три части, което позволява единична подмяна на уплътнението, без разглобяване въртящата се става и на системата за изсушаване с азот, служеща за предпазване от атмосферна влага.

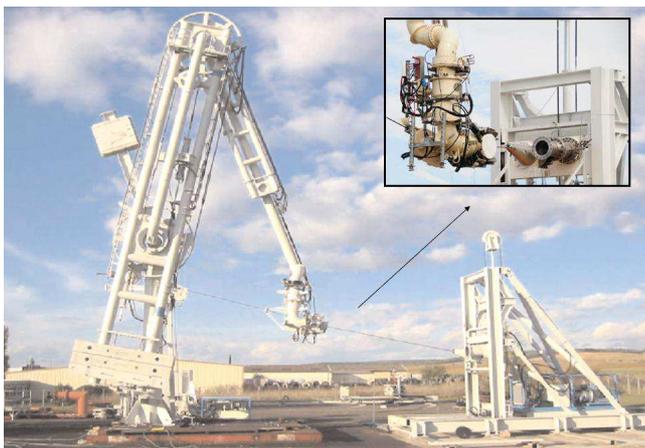


Фиг. 3 Chiksan въртяща се шарнирна става

Обработката на рейд „кораб-кораб“ може се извършва от плаващи терминали за производство, съхранение и товарене (FPSO) или от плаващи платформи за съхранение (FSU). На тези съоръжения са инсталирани специално конструирани преносими товарни стрели с въртящи се шарнирни стави. Повечето плаващи нефтени терминали за пренос на втечен природен газ, втечен нефтен газ и нефтопродукти имат възможност да работят и с танкери с по-големи размери, особено при ограничено газене в пристанищата. Товаренето на море изисква непрекъснат контрол на движението на двата кораба, наблюдение на скоростта при дрейф на танкера за втечен природен газ и следене на системите за аварийна и пожарна сигнализация.

Основните изисквания, които се предявяват към преносимите товарни стрели при странично рейдово натоварване (side-by-side) са: операциите по свързване и разкачане да са безопасни и да могат да издържат на колебанията на преносимите стрели и колекторния фланец на танкера; хидравличната връзка да осигурява подкачане без повреди по колекторния фланец, а хидравличната система, използвана при преместване на преносимата стрела, да има възможност за бързо реагиране на постоянните движения на танкера. Носещата част на стрелите трябва да може да издържа силите, породени от непрекъснатите движения на кораба; конструкцията им да позволява лесна поддръжка, на място, без да е необходимо използването на повдигателни механизми.

За решаването на тези изисквания FMC и Shell Global Solutions са направили изследвания и са патентовали т. нар. FMC Targeting System, която позволява плавно свързване/разкачане на стрелата към колекторния фланец (фиг. 4 и 5). Системата се състои от Chiksan свързващо съединение, което се приплъзва към колекторния фланец с помощта на електрически кабел, разположен между основната вертикална опора на преносимата стрела и колектора. Приближаването на двата фланеца става едновременно, с относително малки колебания. На фиг. 4 е показано тестването на системата за скачане и разкачане при вълнение с височина на вълната от 4 метра [5].



Фиг. 4 Тестване на стрелата за товарене „Side-by-side”



Фиг. 5 Товарене „Side-by-side”

Тези товарни стрели притежават по-голяма степен на безопасност при работа. Освен това те могат да се използват за разтоварване на суров нефт, втечен нефт при -48°C и природен газ при -160°C , имат лесни и достъпни части за ремонт и поддръжка. Обсегът на действие може да надвишава 30 метра като по този начин се осигурява допълнителна безопасност при движението на танкера по време на товарните операции. Единственият ограничаващ фактор за използване на тази техника е невъзможността на танкера да бъде швартован странично при някои метеорологични условия.



Фиг. 6 Тестване на стрелата за товарене „Boom-to-tanker”



Фиг. 7 Товарене „Boom-to-tanker”

Системата „Последователно свързани преносима товарна стрела и танкер” (boom-to-tanker) е проектирана и разработена за разтоварване на втечен природен газ (-160°C), или друга течност с дебит от $15\,000\text{ m}^3/\text{h}$. Преносните линии са изградени от тръби от неръждаема стомана, свързани с

Chiksan въртящи се шарнирни стави. Системи непрекъснато следи промените на позицията на товарната стрела спрямо танкера, както и за относителната скорост на дрейф между танкера, превозващ втечен природен газ и платформата за товарене. При необходимост системата за аварийно освобождаване изключва механично или хидравлично двойните спирателни клапани. Системата може да се използва при вълнение над 5 метра за рейдово претоварване на FPSO и FSRU. Тестването, показано на фигура 6, се извършва върху един пет степенен модел на системата от „последователно свързани преносима товарна стрела и танкер” заедно с нейната система за пълен хидравличен и електрически контрол при симулиране на движенията на LNG танкера. По този начин се проверява способността на системата да се скача и разкача при различни морски условия, да следва движенията на танкера без да е необходимо подаване на ел. напрежение както и възможността автоматично да се разкача при задействане на аварийната система за затваряне на клапаните. Дебитът на тази система може да бъде: 10 000 m³/h през тръбопровод с диаметър 24 инча за втечен природен газ и 16 инча за природен газ и отделяне на летливи вещества ; 15 000 m³/h с три 16 инчови тръбопровода и 16 инча за природен газ. Системата може да се премества при FPSO и FSRU от специална кабина за управление или от бака на танкера от съответната автоматизирана система за управление. Операторът трябва непрекъснато да наблюдава движенията на кораба по време на претоварните операции. Когато корабните въжета не могат да осигурят необходимата надеждност на работа заедно със системата за двойно швартоване се използва и система от двоен пантограф. Устройството ѝ позволява на оператора първо да осъществи механична връзка с товарната стрела и после да се свържат газопроводите.

2. Тенденции за развитие на брегови терминали

Изискванията, които се предявяват при обработка на корабите, са: системата за разтоварване на плавателния съд да може бързо и ефективно да извърши на претоварването, с минимално време за престой на кея и ниски стойности на емисиите на летливи вещества.

Пример за остаряла пристанищна инфраструктура са морските нефтени терминали, разположени в Калифорния. Те са построени преди повече от 50 години и при проектирането им не е обърнато достатъчно внимание на тяхната сеизмологична устойчивост. Освен това съоръженията на тези пристанища са били предназначени за работа с много по-малки кораби. Това обуславя и съществуването на повишен риск от разлив на огромни количества нефт в района на залива Сан Франциско. Затова за решаване на този проблем в Кодекса "Морска нефтени терминали Инженеринг и стандарти за поддръжка" (MOTEMS) на щата Калифорния е предвидено извършването на цялостна проверка на съоръженията, намиращи се на нефтените терминали. Към днешна дата е насрочено модернизиране и рехабилитация на повече от единадесет морски нефтени терминали. В зависимост от оценките за конкретния терминал, отнасящи се до инфраструктурата и степента на надеждност и безопасност на съоръженията за швартоване/заставане/ и отбиване на корабите, тръбопроводните системи за пренос на течни горива, механичното и електрическо действие на аварийните и противопожарни системи тази рехабилитация може да варира от няколко месеца до няколко години.

Проект на кейово място 408, намиращо на пирс 400 Terminal Island в Portland, Калифорния е показан на (фиг.8) [3]. Мястото е предназначено за приемане танкери, превозващи суров нефт, включително и за много големи кораби от типа «VLCCs». Основните изисквания при изграждането му са: морските съоръжения да са предназначени за заставане на танкери с товароподемност до 325 000 DWT, дължина 335,28 m(1100 ft), 60,96 m (200 ft) широк и с газене 22,56 m (74 ft); оборудването за швартоване и наблюдение на претоварните операции, трябва да има възможност за сигнализиране при огъване на въжетата, обезопасяващи кораба и предупреждаване на пристанищният оператор; бързо и лесно освобождаване на куките, позволяващо безопасното и навременно освобождаване на швартовите въжета и отплаване на танкерите; да бъде лесно достъпно оборудването за предпазване от инциденти, включващо оградни съоръжения за ограничаване на разлива на нефт, лодки за разполагане на оградните

съоръжения и аварийно-спасителното оборудване при наличие на нефтен разлив (абсорбенти, защитно облекло и т.н.); системите за противопожарна защита, снабдяващи с вода и пяна, товарните съоръжения на кея и претоварните системи да са периодично проверявани и тествани за изправност. Тръбопроводите и системите за пренос трябва да позволяват скорост на разтоварване до 100 000 барела на час (1 barrel=195л). Допълнителното използване на бреговете електрически помпи ще облекчи процеса на претоварване и ще намали разхода на гориво и вредните емисии от танкерите. Кейовите съоръжения трябва да имат товарен капацитет 4 милиона барела суров нефт. За да могат да се разтоварят бързо и без излишно забавяне големите танкери, резервоарите за съхранение на суров нефт, трябва да бъдат с подвижен покрив. Намаленето на вторичните емисии от летливи вещества ще се осъществява от двойно изградена до резервоарите преграда и монтаж на система за събиране на парите от летливи вещества, генерирани по време на операциите по източване. Вторичните системи за херметизиране на резервоара ще предпазват от проникване на дъжд и противопожарна вода. Системите изградени под всички танкове трябва да бъдат от полиетиленови тръби с висока плътност (HDPE) и първични и междинни предпазни диги, обикалящи всички резервоари. Системите за контрол и мониторинг трябва да могат графично да показват текущото състояние на съоръженията, да алармират операторите за възникналите проблеми и да предлагат предприемане на коригиращи действия, в случай на възникване на необичайни ситуации. Съоръжението за пренос на суров нефт трябва да има помпи с големи производствени мощности, катодна защита, тръби от неръждаема стомана, система за пренос и контрол на процесите и система за автоматично откриване на течове, използваща компютърно наблюдение на тръбопроводите.



Фиг. 8 Проект на кейово място 408, пирс 400 Terminal Island в Portland, Калифорния

Нарастващата търговия с втечен природен газ е причина и най-голямото пристанище в Европа, Ротердам, да разшири територията за съхранение на нефт с около 5 хектара. След приключване на преустройството капацитетът на съоръженията на Botlek Tank терминал ще бъде увеличен от 200 000 m³ до приблизително 750 000 m³. Разширяването ще продължи 21 месеца и ще се осъществи в две фази. В първия етап до средата на 2014 г. складовата база за съхранение ще се увеличи на 550 000 m³. Предстои и приемането на планове за изграждане на жп товарна гара и връзка, осигуряваща връзка към Европейската система за пренос на гориво. Терминалът е джойнт венчър между HES Beheer NV и Noble Group Ltd. (NOBL) и официално функционира от април месец.

Капацитетът на нефтения терминал LBC на пристанище Антверпен до края на 2012 г. също ще бъде увеличен с 41 000 m³. Проектът включва изграждането на 7 резервоара с капацитет от 5 000-6 000 m³, които ще осигуряват едновременното обслужване на два кораба и три баржи.

Нефтеният терминал се намира на десния бряг на р. Шелда. На него се извършва обработка и съхранение на химикали, основно масла и смазочни материали, минерални масла и нефтопродукти. След завършване на терминала ще бъде внедрено и цялостно логистично осигуряване т.е. ще могат да се получават и пренасят товари по море и по суша. Той ще бъде оборудван със специална станция за зареждане на камиони и контролни везни, за да се даде възможност за едновременно товарене и на камиони. След приключване на разширението си, новият LBC Антверпен терминал ще има капацитет от 270 000 м³, което представлява нарастване с 18%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Връзката „кораб-бряг”, изградена от система с шлангове предлага по-голяма гъвкавост от стационарно закрепените стоманени тръби, но в сравнение с преносимите товарни стрели те лесно се късат и износват т.е. имат ограничен експлоатационен срок. Шланговете подлежат на периодична проверка, един или два пъти годишно, което оскъпява тяхното използване. От гледна точка на безопасността, автоматичното спиране при разлив, въпреки използването на свързващи елементи за лесна експлоатация, зависи до голяма степен от тяхното текущо състояние.

Преносимите стрели за товарене с шарнирни стави осигуряват много по-надеждно свързване с кораба, отколкото шланговете. Те притежават и по-голяма експлоатационна годност и имат възможност за незабавно спиране на подаването на товара при възникване на аварийни ситуации. Използват се за товарене на течности и газове с широк диапазон на стойностите от вискозитет и температура. Веднъж свързана към колектора на кораба, стрелата се поставя в режим на "свободен ход" и не изисква допълнително обслужване след закачане, тъй като тя следва движенията на кораба и може самостоятелно да се прибере, след разкачане. Системата „последователно свързани преносима товарна стрела и танкер” е намерила приложение в Северно море и в Мексиканския залив. Гъвкавостта на механичната система за контрол на този тип свързване дава възможност да бъде монтирана на различни места. Няма необходимост от допълнителни подедни съоръжения. Освен това съкращава престоя на корабите.

Разработването на съвременни нефтени терминали и модернизирането на съоръженията на много от най-големите находища на нефт оказва съществена роля върху развитието на икономиката не само в национален, но и в световен мащаб[2].

Технико-инженерните решения, позволяващи лесна достъпност, ниска степен на риск, съчетани с ниски стойности на финансова обезпеченост и ускорена процедура за изпълнение, са ключовите параметри за успеха и лесната реализация на проекти, свързани с изграждането на крайбрежни и офшорни нефтени терминали.

Литература:

1. Boot R, Stronger than a pipeline, but still flexible-as close as you can get to a pipeline connection, London, Port Technology N. 46/2010, 2010, 133-134;
2. Gauging R., Increasing efficiency, accuracy, and safety at bulk liquid storage facilities, London, Port Technology N. 50/2011, 2011, 127-128;
3. Moffatt & Nicol, Oil and Gas marine Facilities, California, Moffatt & Nicol, 2011;
4. MacHardly J, Liquefied gas transportation and terminals, London, Port Technology N. 28/2008, 2008, 129-127;
5. Pashallis Ch., Latest developments for Offshore FMC Loading system, London, LNG Journal Jul/Aug/2004, 20-21.

За контакти:

д-р инж. Валентина Владимирова Грънчарова
ВВМУ "Н. Й. Вапцаров"