

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Горно-металлургический институт им. О. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерского дела и геодезии»

Назыров Руфат Султанович

Маркшейдерское обеспечение на нефтяных и газовых месторождениях на
примере месторождения «Каражанбас»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5В070700 – Горное дело

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Горно-металлургический институт им. О. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерского дела и геодезии»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
доктор PhD Горно-металлургический
институт им. О.А. Байконурова
Б.Б. Имансакипова
" 15 " 05 2019 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: "Маркшейдерское обеспечение на нефтяных и газовых
месторождениях на примере месторождения Каражанбас"

по специальности 5В070700 – Горное дело

Выполнил

Назыров Р.С.

Научный руководитель
д.т.н., профессор

С.В. Турсбеков
" 15 " 05 2019

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Горно-металлургический институт им. О. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерского дела и геодезии»

5В070700 – Горное дело

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
доктор PhD

 Б.Б. Имансакипова
" 15 " 05 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Назырову Руфату Султановичу

Тема: «Маркшейдерское обеспечение на нефтяных и газовых
месторождениях на примере месторождения Каражанбас»

Утверждена приказом проректора по академической работе № 1912-б.
от «1» апреля 2019 г.

Срок сдачи законченного проекта «6» мая 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту: На месторождении «Каражанбас»
Мангистауской области произвели маркшейдерско-геодезические
наблюдения за деформациями резервуара РВС-700 с использованием
роботизированного тахеометра Topcon IS-2.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Производство геодезических работ при обмере резервуара РВС-700 для
хранения нефтепродуктов с применением роботизированного электронного
тахеометра Topcon IS-203;

б) Обработка данных в программе Topcon Image Master;

в) Подготовка технического отчёта о деформациях резервуара.

Перечень графического материала: Представить в виде презентации,
состоящей из 15 слайдов.

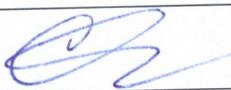
Рекомендуемая основная литература: 7 наименований.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Производство геодезических работ при обмере резервуара РВС-700 для хранения нефтепродуктов с применением роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-203	11.03.2019	
Обработка данных в программе Topcon Image Master	18.03.2019	
Подготовка технического отчёта о деформациях резервуара	08.04.2019	

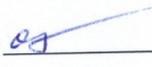
Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. Степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Горная часть	Турсбеков С.В. д.т.н., профессор		
Специальная часть	Турсбеков С.В. д.т.н., профессор		
Нормоконтролер	Нужарбекова Р.М.	15.05.19	

Научный руководитель  Турсбеков С. В.

Задание принял к исполнению обучающийся  Назыров Р. С.

Дата "15"  2019 г.

Аңдатпа

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «Қаражанбас кен орны мысалында мұнай және газ кен орнында маркшейдерлік қамтамасыз ету».

Бұл диплом жұмысы көмірсутекті шикізат кен орнын игеруді, нақты айтқанда, мұнай өнімдерін сақтау үшін резервуарлардың деформациясын маркшейдерлік-геодезиялық бақылауды орындауды қамтиды.

Бүгінгі таңда маркшейдерлік-геодезиялық салаға жаңа технологияларды енгізу көмірсутекті шикізат кен орнын игеру, резервуарларды салуды және тексеруді іске асыру кезінде қарапайымдылықты, сапаны, минималды ақауларды қамтамасыз етеді, сондай-ақ жұмыстарды орындаудың уақытын елеулі азайту мүмкіндігін береді.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: «Маркшейдерское обеспечение на нефтяных и газовых месторождениях на примере месторождения Каражанбас».

Данная дипломная работа отражает разработку месторождения углеводородного сырья, а именно выполнения маркшейдерско-геодезических наблюдений за деформациями резервуаров для хранения нефтепродуктов.

На сегодняшний день внедрение новейших технологий в маркшейдерско-геодезическую отрасль обеспечивает простоту, качество, минимальные погрешности при осуществлении разработок месторождений углеводородного сырья, строительство и проверок резервуаров, а также дает возможность значительно уменьшать время выполнения работ.

ANNOTATION

Subject of graduation dissertation: “Surveying support at oil and gas oil fields by the example of field Karazhanbas”.

Present graduation dissertation reflects development of raw hydrocarbon deposits, namely surveying-geodetic observations over oil-storage tanks deformations.

Nowadays introduction of the newest technologies into surveying-geodetic branch provides simplicity, quality, minimum errors during development of raw hydrocarbon deposits, construction and calibration of reservoirs and also allows considerable reduction of period of work performance.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 Геология	11
2 Горная часть	13
2.1 Технология добычи нефти	13
3 Специальная часть	15
3.1 Информация о резервуаре PBC 700	15
3.2 Роботизированный электронный тахеометр Topcon Imaging Station и принцип его работы	18
3.3 Обмер резервуара снаружи	24
3.4 Обмер резервуара изнутри	27
3.5 Обработка данных сканирования	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	32

ВВЕДЕНИЕ

Резервуарные парки составляют основу технологических сооружений нефтебаз, нефтеперекачивающих станций, магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов, центральных товарных парков и кустовых сборных пунктов нефтяных промыслов, а также нефтеперерабатывающих заводов. Они обеспечивают надёжную оперативную работу и гибкую технологическую связь комплексов «промысел - нефтепровод-нефтеперерабатывающий завод» или «нефтеперерабатывающий завод – нефтепродуктопровод – нефтебаза потребитель».

Резервуары это конструкции, которые работают в сложно-деформированном состоянии. Напряжённо деформированное состояние конструктивных элементов стальных вертикальных резервуаров вызывается как действием гидростатической нагрузки, так и неравномерными осадками основания. Как известно, при длительной эксплуатации резервуаров появляется осадка основания, которая, как правило, бывает неравномерной по периметру и по площади днища. Это объясняется разной степенью уплотнённости искусственного основания или разной влажностью грунта и температурного режима оттаивания грунта с южной и северной сторон, неравномерностью нагрузки в средней части основания (гидростатическая нагрузка составляет 0,10-0,12 МПа) и по периметру резервуара (нагрузка от массы стенки и кровли достигает 0,9 - 1 МПа). Большая неравномерность осадки между периферийной и центральной частями днища, а также между отдельными участками периферии вызывает дополнительные деформации и соответствующие напряжения, которые в сочетании с рабочими напряжениями от эксплуатационных нагрузок могут достигать значений расчётного или даже временного сопротивления материала конструкции, что в свою очередь может привести к разрушению днища, стенки и узла сопряжения стенки с днищем. На сегодняшний день внедрение новейших технологий в геодезическую отрасль обеспечивает простоту, качество, минимальные погрешности при осуществлении строительства и проверок резервуаров, а также значительно уменьшает время выполнения работ.

Тенденция развития технологии измерений при проверке резервуаров состоит во всё более широком применении современных маркшейдерско-геодезических приборов, электронных тахеометров, 3D сканеров и специальных координатно-измерительных машин и промышленных систем. Эти приборы, измеряющие горизонтальный, вертикальный угол, расстояние до объекта в безотражательном режиме и имеющие математический аппарат для оперативной обработки результатов измерений, позволяют значительно повысить производительность труда и точность определения геометрических параметров резервуаров и, как следствие, интервальных вместимостей в градуировочной таблице.

Использование электронных тахеометров позволяет значительно повысить точность, скорость и безопасность измерений при выполнении такого вида работ по сравнению с традиционными методами (использование

каретки, рулетки, отвеса). Ведь наличие металлической обвески и трубопровод на современных конструкциях вертикальных резервуаров зачастую не позволяют произвести непосредственные измерения диаметра нижнего пояса с помощью рулетки и отклонений от вертикали боковых стенок при помощи каретки. Тем не менее, съёмка резервуаров простыми тахеометрами сегодня занимает достаточно много времени и не позволяет учесть все значительные локальные деформации металлоконструкций из-за большого расстояния между координируемыми точками.

Применение электронных тахеометров, методов электронной регистрации и обработки измерений позволили разработать, обосновать и провести производственные испытания принципиально новой методики поверки резервуаров, основанной на создании пространственной модели, формируемой по определённым в условной системе координат опорным точкам на резервуаре. Применение этой методики в несколько раз повышает точность геометрической составляющей при градуировке резервуаров.

1 Геология

1.1. Геологическая характеристика района.

Газонефтяное месторождение Каражанбас расположено на полуострове Бузачи в Мангистауской области, приблизительно в 200 км севернее г. Актау. Открытие месторождения состоялось 22 января 1974 года, когда на малой глубине 303 метра были обнаружены залежи нефти. Нефтегазоносность месторождения связана с нижнемеловыми и среднеюрскими отложениями, залегающими до абсолютной отметки 500 метров в пределах Бузачинского поднятия. Нефть тяжелая, высокосмолистая, характерной особенностью является наличие ванадия и никеля. Глубина залежей 228- 466м. Плотность нефти 939-944 кг/м³. На месторождении Каражанбас имеется горный отвод для добычи углеводородов, площадью 16 001 га.

Перед началом выполнения геодезических работ по поверке резервуара объёмом 700 м³ для хранения нефтепродуктов были проведены инженерно-геологические изыскания на рабочей площадке.

В период работ средняя температура сухого воздуха была в пределах 20 - 30°С. Осадки выпадали в виде дождя, с малым количеством. Сильные и частые ветры способствуют проявлению эрозии почвы, что в свою очередь будет учитываться при исследовании влияния эрозии на фундамент. Подземные воды не были найдены, но после детальной обработки результатов новейшего оборудования было выяснено, что подземные воды залегают на средней глубине около 20 м. В связи с большой глубиной залегания и соответственно малой агрессивностью подземных вод их влияние на сооружение не учитывается.

1.2 Инженерно-геологические изыскания

По результатам инженерно-геологических изысканий выяснилось следующее:

Почвы на строительной площадке смешанного типа с преобладанием супеси, гальки и щебня не более 10% мощностью 0,4 - 0,6 м. Также частично присутствует солончаковый слой. В районе строительства щелочной уровень небольшой и влияние на фундамент конструкции кислотно-щелочной концентрации в почве минимальное.

Расчётное сопротивление грунтов:

Для супесей - 2,5 кгс/см (250 кПа);

Для древесно-щебнистых грунтов - 5 кгс/м (500 кПа).

Промачивание грунта с учётом количества осадков в летний период составляет 180 - мм. Глубина промерзания для супесей - 165 см, для крупнообломочных пород - 200 см.

Сейсмичность района составляет 9 баллов, сейсмичность площадки - 9 баллов при II категории грунтов по сейсмическим свойствам.

Угол внутреннего трения $\phi_p = 28^\circ$, удельное сцепление $C_p = 2$ кПа, модуль деформации грунтов $E = 14,7$ МПа, плотность грунта $\rho = 1,8$ т/м.

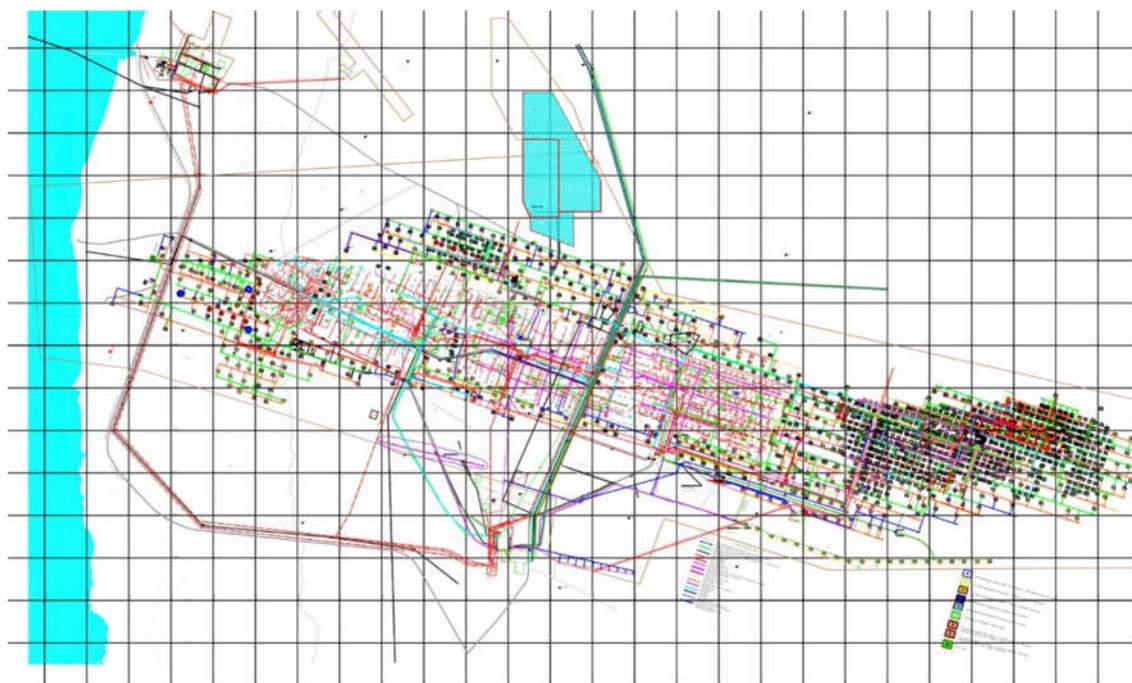


Рисунок 1- Геологическая карта месторождения “Каражанбас”

В настоящее время на месторождении Каражанбас факторами, осложняющими эксплуатацию действующего добывающего фонда скважин, кроме высокой вязкости нефти являются растущая обводнённость, большое содержание механических примесей (песка) в продукции скважин, накопление органических и неорганических отложений в скважинном оборудовании, износ и коррозия. Проблема с обводнённостью добываемой продукции возникла с начала разработки месторождения. В этот период ликвидация водопроявлений осуществлялась путём закачки в скважины вязкоупругих композиций различных составов.

Проблемы, связанные с разрушением структурного каркаса породы, миграцией и выносом дезагрегированного материала в добывающие скважины, осложняют разработку многих месторождений тяжёлых высоковязких нефтей с неглубоким залеганием пластов.

2 Горная часть

2.1 Технология добычи нефти

Для механизированной добычи в настоящее время разработаны и применяются низкотемпературные технологии, не ограничивающие, а стимулирующие вынос песка в скважины. В мире широко известна технология «холодной» добычи тяжёлой нефти вместе с песком — CHOPS. Данная технология относится к нетрадиционным способам первичной добычи и отличается тем, что песок специально извлекают вместе с нефтью, водой и газом. Схема способа приведена на рис.2.

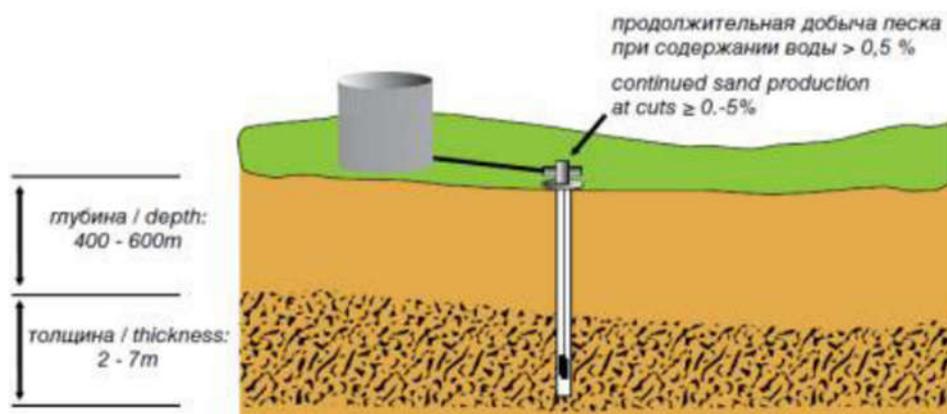


Рисунок 2-Способ «холодной» добычи нефти

Способ реализуется в вертикальных, наклонных или наклонно-направленных скважинах, оборудованных винтовыми насосами кавитационного типа. Сообщается, что темп добычи не менее чем на порядок выше по сравнению с традиционными способами первичной разработки, а прирост коэффициентов отдачи говорит о возможности дополнительного извлечения нефти в диапазоне 8–15% от начальных геологических запасов. В качестве одного из условий эффективной добычи рассматривается довольно быстрое, от нескольких недель до нескольких месяцев, первоначальное снижение давления в пласте, а в дальнейшем — поддержание максимально низкого давления на забое скважины и в призабойном участке пласта. Специфика воздействия на пласт заключается в том, что при добыче песка в породе образуются протяжённые каналы с увеличенной проницаемостью («червоточины»). Эти каналы разрастаются вглубь нефтеносных отложений на расстояния свыше 200 м от забоев и обеспечивают устойчивую гидродинамическую связь скважин с пластом.

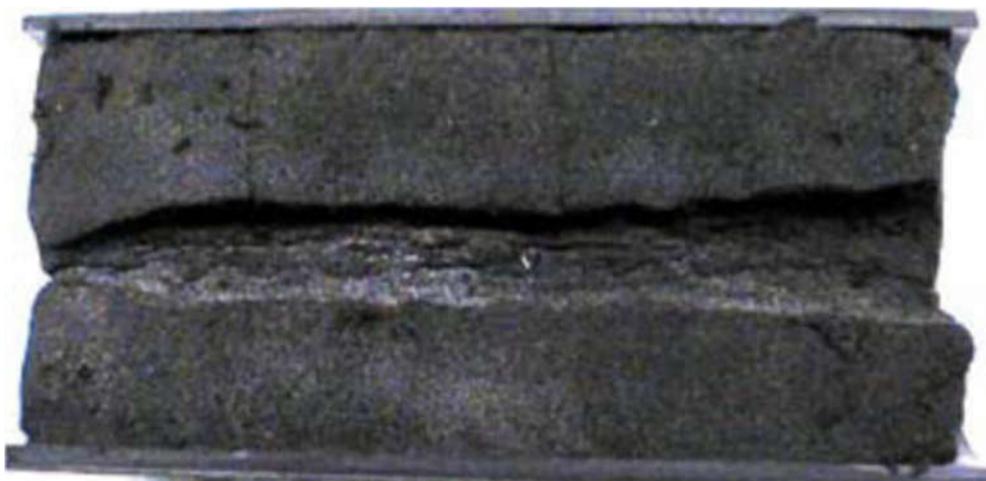


Рисунок 3 - Протяжённые каналы с увеличенной проницаемостью («червоточины»)

Для непрерывного извлечения газожидкостной смеси с песком и создания значительных депрессий требуется применение винтовых насосов. Данный способ эксплуатации обеспечивает стабильную продуктивность добывающих скважин при забойном давлении ниже давления насыщения нефти газом. Для месторождения Каражанбас это особенно актуально, поскольку разница между начальным пластовым давлением и давлением насыщения не превышает 2 МПа, уменьшаясь от периферии к своду структуры. Таким образом, область эффективного применения технологии «холодной» добычи тяжёлой высоковязкой нефти расширяется, хотя проблема износоустойчивости оборудования окончательно не решена.

3 Специальная часть

«Маркшейдерско-Геодезические наблюдения за деформациями резервуара РВС-700 с использованием роботизированного тахеометра Торсоп IS-2»

3.1 Информация о резервуаре РВС 700

Резервуарный парк включает 10 резервуаров объёмом 700 м³ для хранения нефтепродуктов.

Резервуар вертикальный стальной РВС-700 (рисунок 5) состоит из следующих конструктивных элементов:

Плоского днища;

Цилиндрического корпуса;

Стационарной крыши (самонесущая коническая крыша, несущая способность которой обеспечивается конической оболочкой настила; каркасная коническая крыша, состоящая из элементов каркаса и настила);

Лестницы и площадки;

Технологического оборудования.



Рисунок 4- Резервуар вертикальный стальной цилиндрический

Также резервуары вертикальные стальные могут изготавливаться с плавающей крышей или понтоном. Плавающая крыша, находящаяся внутри резервуара РВС на поверхности жидкости, предназначена для сокращения

потерь её от испарения и исключения возможности возникновения взрыва и пожара. Понтон может быть установлен по желанию заказчика. Резервуары вертикальные стальные РВС-700 с плавающей крышей должны эксплуатироваться без внутреннего давления и вакуума.

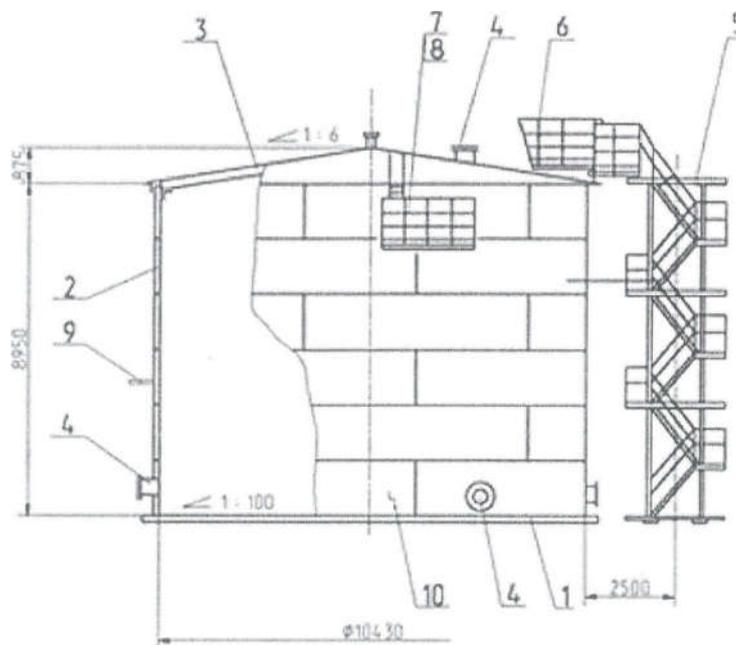


Рисунок 5 - Общий вид резервуара РВС-700

*1-днище, 2 - стенка, 3 - крыша, 4 - люки и патрубки в стенке крыше,
5 - шахтная лестница, 6 - площадки и ограждения на крыше,
7- площадки и стрелянки пеногенераторов,
8- патрубки пеногенератора ГПСС-600,
9- кронштейны трубопроводов, 10 - крепление заземления*

Резервуар вертикальный цилиндрический РВС-700 имеет антикоррозионное покрытие. В качестве основы используется грунт в два слоя, по которому наносится эмаль.

Технические характеристики РВС-700 представлены в таблице 1.

Возможно изготовление резервуара вертикального стального из:

Нержавеющей стали - резервуар вертикальный из нержавеющей стали (нержавейки);

Малоуглеродистой стали – резервуар вертикальный из малоуглеродистой стали;

Низколегированной стали – резервуар вертикальный из низколегированной стали.

Основными конструктивными элементами резервуара РВС-700 со стационарной кровлей являются: стенка, щитовая кровля, днище, лестница, площадки, ограждения, люки и патрубки.

Таблица 1 - Технические характеристики РВС-700

Наименование параметра	Величина параметра
Номинальный объем, м	700
Внутренний диаметр стенки, мм	10 430
Высота стенки, мм	9000
Расчётная высота налива, мм	9000
Стенка	
Количество поясов, шт.	6
Толщина верхнего пояса, мм	5
Толщина нижнего пояса, мм	5
Днище	
Толщина центральной части, мм	5
Крыша	
Толщина настила, мм	6
Масса конструкций, кг	
Стенка	11 754
Днище	3582
Крыша	5080
Лестница	996
Площадки на крыше	1794
Люки и патрубки	1061
Комплектующие конструкции	1694
Каркасы и упаковка	3200
Всего	29 161

Схема вертикального стального резервуара с конструктивными элементами представлена на рисунке 6 [5].

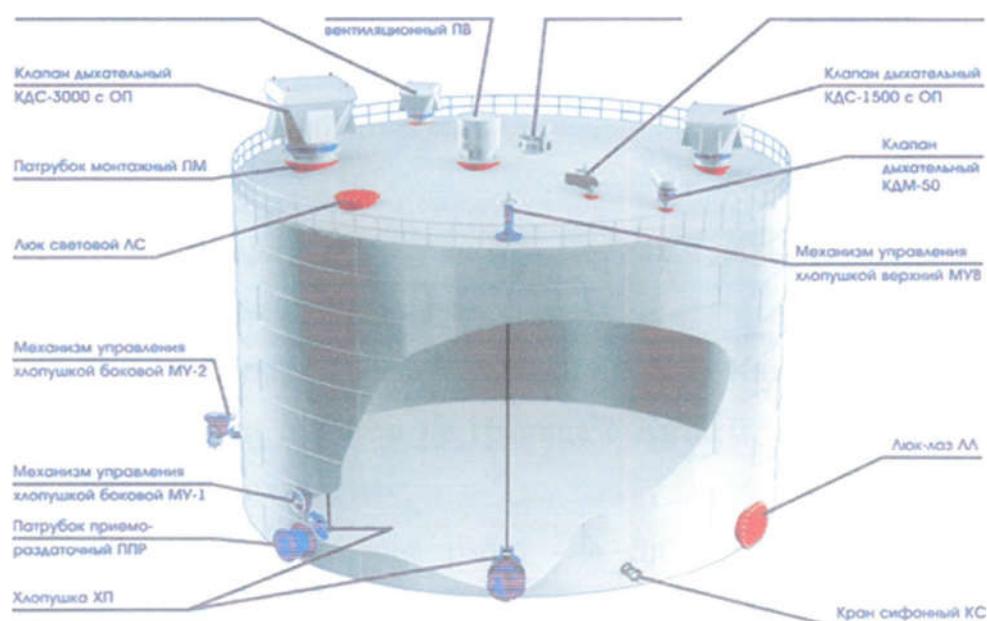


Рисунок 6 – Схема вертикального стального резервуара с конструктивными элементами

3.2 Роботизированный электронный тахеометр Topcon Imaging Station и принцип его работы

Геодезические работы по обмеру резервуара РВС-700 производились с помощью роботизированного электронного тахеометра Topcon Imaging Station (рисунок 7).



Рисунок 7-Роботизированный электронный тахеометр Topcon IS-2

Imaging Station (IS-2) является одной из последних разработок компании Topcon. Наличие двух встроенных цифровых фотокамер, улучшенная функция сканирования (до 20 точек в секунду на расстоянии до 120 м), различные способы задания области сканирования, безотражательный режим измерения расстояний до 2000 м, многофункциональное программное обеспечение и дистанционное управление через ноутбук по Wi-Fi соединению, делают этот роботизированный тахеометр незаменимым помощником геодезиста и маркшейдера при выполнении различных инженерных задач.

Технические характеристики роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2 представлены в таблице 2.

Оснащение данного прибора двумя фотокамерами и цветным сенсорным экраном позволяет производить наведение и измерения на съёмочные точки простым нажатием стилуса на экран (рисунок 8).

Таблица 2 – Технические характеристики роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2

Характеристика	Значение
Измерение углов	
Метод определения отсчёта	Абсолютное считывание
Дискретность отсчётов	0,571''
Средняя квадратическая ошибка измерения угла одним приёмом	3''
Измерение расстояний	
Условия	Лёгкий туман, видимость около 20 км, умеренно солнечно, лёгкая рефракция
Диапазон измеряемых расстояний	
Дальность по одной призме	3000 м
Без отражателя	от 1,5 до 250 м от 5 до 2000 м (сверхдальний режим)
Точность измерения расстояний	
По одной призме	± (2 мм + 2 ppm)
Без отражателя	до 250 м ± 5 мм до 2000 м ± (10 мм + 10 ppm) (сверхдальний режим)
Дискретность отсчётов при измерении расстояний	
Точный режим	1 мм/0,2 мм
Грубый режим	10 мм/1 мм
Режим слежения	10 мм
Отображение результата	10 цифр: ± 999999,9999 мм
Интервал измерения расстояний	
Точный режим (до 1 мм)	1,2 с (начально 3 с)
Точный режим (до 0,2 мм)	3,0 с (начально 4 с)
Характеристика	Значение
Грубый режим	2,5 с (начально 2,5 с)
Режим слежения	0,3 с (начально 2,5 с)
Ввод данных	
Поправка за атмосферу	от - 999,9 ppm до + 999,9 ppm (шаг 0,1 ppm)
Постоянная отражателя	от - 99,9 мм до + 99,9 мм (шаг 0,1 мм)
Сканирование	
Дальность	до 150 м
Скорость сканирования	до 20 точек в секунду
Другие характеристики	
Размеры прибора (В x Ш x Д)	338 x 220 x 185 мм
Дополнительно	
Створуказатель	Есть
Целеуказатель	Есть

Продолжение таблицы 2

Характеристика	Значение
Класс лазера целеуказателя	Класс 2
Зрительная труба	
Длина	165мм
Диаметр объектива	45мм
Увеличение	
Изображение	Прямое
Угол поля зрения	1°30'
Разрешающая способность	3м
Наименьшее расстояние фокусирования	1,4м
Характеристика	Значение
Фотокамера	
Разрешение	2 фотокамеры по 1,3 Mpixel
Скорость съемки	до 15 кадров в секунду



Рисунок 8 - Цветной сенсорный экран TopconIS-2

При помощи обзорной широкоформатной камеры, расположенной над объективом, производится поиск и примерное наведение на съёмочную точку. С помощью встроенной в зрительную трубу (коаксиальной) камеры выполняют более точное наведение на съёмочную точку. Точка, видимая на экране, является той же самой точкой, которую видно через зрительную трубу. Изображение с каждой из камер можно увеличить в 2, 4 и 8 раз, что особенно актуально при измерениях на сверхдальние расстояния. Наличие технологии автоматической фокусировки, позволяет получать качественное изображение цели на экране электронного тахеометра или ноутбука во время удалённого управления.

При измерении точки автоматически производится фотографирование изображения, видимого в зрительную трубу, и его сохранение в памяти прибора. Наведение на точки, расположение которых близко к зениту, не вызывает у оператора никаких затруднений.

Во время проведения работ по выносу точек в натуру, они отображаются на экране специальными метками, что в свою очередь позволяет быстро повернуть прибор в нужном направлении. Разворот прибора и зрительной трубы на выносимую точку может осуществляться и автоматически при выборе соответствующей команды. А при работе с полевым контроллером, оснащённым модулем Wi-Fi, геодезист сам видит себя на экране контроллера в online режиме и выбирает места установки вешки.

Внутреннее программное обеспечение Top SURV on Board для IS по сравнению с программным обеспечением для электронных тахеометров серии GPT-7000i дополнено модулями: "Сканирование", "Мониторинг", "Траектория".

При помощи модуля "Сканирование" данным прибором возможно производить сканирование объекта со скоростью до 20 точек в секунду. Выбор области сканирования производится по фотоизображению и может задаваться: прямоугольной областью, полигоном, верхней и нижней гранью при сканировании вокруг прибора, по трём точкам и прямой вертикальной линией для получения профилей. Сканирование может производиться как по заданной сетке (указанному расстоянию между точками), так и по характерным точкам, определение которых производится программным обеспечением автоматически по полученным фотографиям объекта.

С помощью модуля "Мониторинг" производится автоматическое измерение ранее указанных (измеренных) мишеней с определённой заданной периодичностью и записью данных в память прибора.

Модуль "Траектория" позволяет производить автоматическую запись данных во внутреннюю память прибора через указанный период времени или указанное расстояние.

В стандартный комплект IS помимо программного обеспечения Top SURV on Board для IS входит программное обеспечение Image Master for IS, с помощью которого можно:

1. Управлять тахеометром с портативного компьютера через Wi-Fi соединение. Находясь на удалении от прибора до 30 м, можно производить измерения без каких либо проводных соединений.
2. Сканировать объект по сетке с заданным шагом.
3. Наводиться на точку путём указания её на экране.
4. Получать фотоизображение объекта.
5. Объединять данные различных точек стояния прибора в единую систему координат.
6. Производить пересчёт координат.
7. Создавать полилинии.
8. Создавать TIN-модели по измеренным (отсканированным) точкам с наложением текстур (фотоизображений).
9. Измерять расстояния между точками, полилиниями, контурами.
10. Удалять и создавать дополнительные точки по модели.
11. Экспортировать данные в формат DXF, DWG и т.д.

Роботизированный электронный тахеометр Topcon Imaging Station может использоваться одним человеком при выполнении съёмки и выносе в натуру. Для этого прибор необходимо доукомплектовать круговой призмой А7R, системой быстрого поиска RC-3 (комплект) и полевым контроллером с креплением на веху.

В стандартный комплект роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2 входят: электронный тахеометр на трегере, аккумулятор ВТ-65Q(3 шт.), зарядное устройство ВС-30D, кабель USBF-25 mini USB, стилус (1 шт.), юстировочные инструменты, транспортировочный футляр, плечевые ремни, силиконовая салфетка, чехол для защиты от дождя, нитяной отвес)

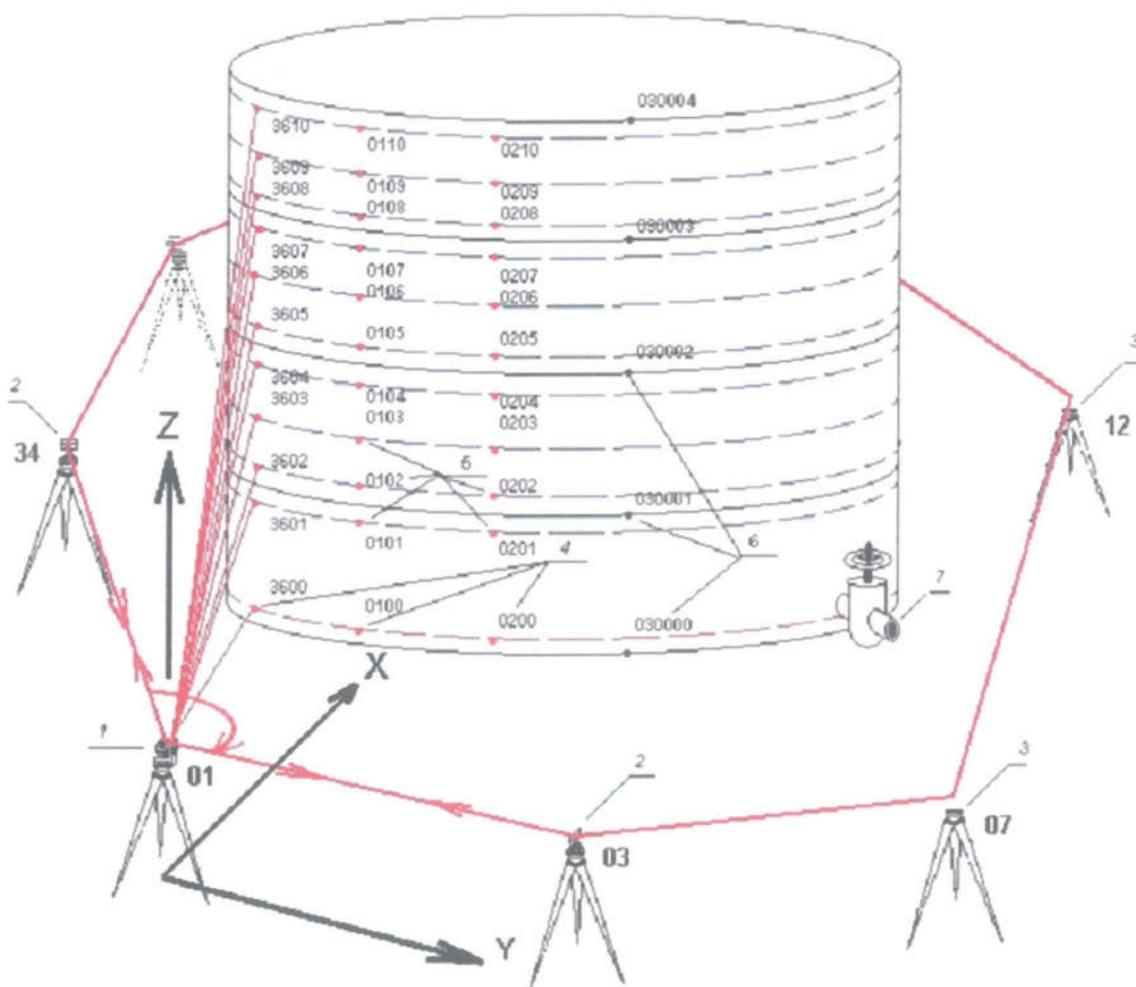


Рисунок 9- Схема внешнего обмера резервуара

1. геодезическая станция и её номер;
2. отражатели, установленные на геодезических станциях;
3. штативы, установленные на геодезических станциях;
4. точки разбивки и координирования исходного сечения;
5. точки координирования горизонтальных сечений;
6. точки координирования высот поясов;
7. приёмо-раздаточный патрубок

С помощью оптического центра данная станция была закреплена на местности металлическим колом на долговременную сохранность (как пункт с известными координатами) для обеспечения в дальнейшем ориентирования, выноса точек, перепроверки результатов.

Ориентирование прибора проводилось на один из углов насосной станции с введением его координат в память роботизированного электронного тахеометра.

Измерения велись по «пятиштативной» системе. Первые два штатива оставались на начальных точках хода для последующего замыкания, по остальным точкам измерения велись методом «трёх штативов».

Горизонтальные, вертикальные углы и наклонные расстояния в полигоне измерялись с использованием поворотных высокоточных отражателей RT50. Измерения выполнялись одним полным приёмом с обязательным изменением положения вертикального круга между полуприёмами. Разность между измеренными значениями линий не превышала 2 мм в приёме и 1,6 мм в прямом и обратном направлении.

Поворотные отражатели тщательно ориентировались по линии визирования. Отклонение оптической оси призмы не превышало 3 - 5°.

Расхождения между значениями одного и того же угла, полученного из двух полу приёмов, не превышало 6".

Средняя квадратическая погрешность (СКГ1) измерения линий в ходе составила 1 мм, углов - 5".

Координирование точек резервуара на исходном и вышележащих горизонтальных сечениях выполнялось в безотражательном режиме полярным способом с определением высоты сечения методом слежения. Съёмка поверхности резервуара выполнялась с точек обоснования одновременно с созданием планового обоснования при одном положении вертикального круга. Число координируемых точек с одной станции в одном сечении не превышало трёх.

После завершения наблюдений точек резервуара на станции выполнялось контрольное наблюдение на точку ориентирования опорного хода.

Предельная величина изменения ориентирования за период съёмки с данной точки планово-высотного обоснования не превышала 15".

Допустимые и полученные средние квадратические погрешности в опорном ходе приведены в приложении А.

Высота периметра, соответствующая исходному горизонтальному сечению резервуара, определялась методом технического нивелирования. Далее все станции привязывались по высоте к точкам разбивки исходного сечения с $H_{\text{сеч}} = 0,000$ м.

Разбивка исходного сечения выполнялась путём деления периметра на точки числом, кратным шести. В зависимости от длины периметра резервуара их количество составило 18 шт. Точки разбивки были пронумерованы против часовой стрелки четырёхзначным числом, где первые

два разряда означают номер точки, а 00 - относит точку к исходному сечению. Например, 0100; 0200; 0300; ...; 3600.

Координирование точек исходного и вышележащих горизонтальных сечений выполнялось в безотражательном режиме с определением высоты сечения методом слежения. Точки наблюдения сечений, лежащих выше исходного, были пронумерованы четырёхзначным числом, где первые два знака соответствовали точке разбивки, последующие - номеру сечения, например, 0101, 0102, 0103, ..., 0133.

В удобном для измерений на стенке резервуара месте (отсутствие деталей и элементов конструкций) проводилось измерение высоты поясов резервуара. Точки были пронумерованы шестизначным числом, где первые два знака соответствовали (приблизительно) номеру точки разбивки, далее 00, последние два знака соответствовали номеру измеряемого пояса, например, 250000, 250001, 250002, ..., 250012.

Измерений высот поясов производилось два раза. В этом случае данные по высотам усреднялись.

3.3 Обмер резервуара снаружи

Обмер резервуара снаружи производился с шести станций, связанных в одну систему координат.

На рисунке 10 изображена установка прибора на одной из станций.



Рисунок 10 -Роботизированный электронный тахеометр Topcon IS-2 на станции

Перед началом работ на удалении около 20 м от резервуара размещали штативы, с которых проводили сканирование вертикальных стенок. Область сканирования на каждой из стоянок задавалась по видеоизображению, которое передаётся на дисплей роботизированного электронного тахеометра из встроенных фотокамер (рисунок 11).



Рисунок 11 -Задание области сканирования полигоном

В роботизированном электронном тахеометре TopconImagingStation существует пять вариантов задания области сканирования:

1. Прямоугольником (указываются левый верхний и правый нижний углы);
2. Полигоном (указываются вершины прямоугольника);
3. Вокруг тахеометра (указываются верхний и нижний вертикальные углы);
4. По линии (указывается вертикальная линия для сканирования профиля);
5. Тремя точками (указываются три точки, а четвёртая достраивается автоматически).

При сканировании снаружи целесообразно задавать область сканирования полигоном. Этот способ позволяет выбрать только те участки, которые относятся к резервуару. Исключается попадание точек на внешнее оборудование и объекты (заглушки, вентили и т.д.), которые не являются поверхностью резервуара (рисунок 12).

После выбора области сканирования задавался шаг сканирования по горизонтали и вертикали, и запускался процесс сканирования.

Время, затраченное на сканирование поверхности резервуара РВС-700 с одной стоянки, составило около 4 мин. с шагом 0,02 м по горизонтали и 0,25 м по вертикали. За это время были определены координаты порядка 3500 точек, находящихся внутри выбранной области сканирования.

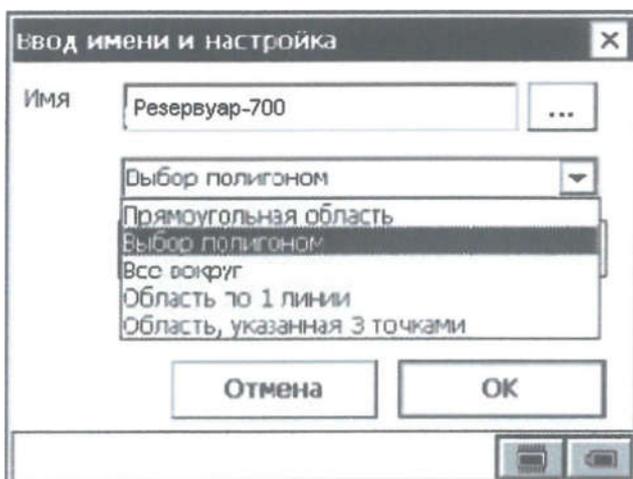


Рисунок 12 - Меню задания метода сканирования

При увеличении плотности точек сканирования время на выполнение данного вида работ увеличивается.

В случае необходимости с этой же стоянки роботизированного электронного тахеометра TopconImagingStation возможно определение высот ярусов и измерение дополнительных точек, как на поверхности стенки резервуара, так и в непосредственной близости от объекта. Для отдельных локальных участков можно произвести дополнительное сканирование (подсканирование) с очень высокой плотностью точек.

Результат сканирования с одной станции роботизированного электронного тахеометра TopconImagingStation представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 - Результат сканирования поверхности резервуара с одной станции

Во время полевых работ производилось фотографирование объекта и сохранение фотографий во внутреннюю память роботизированного электронного тахеометра TopconImagingStation. В дальнейшем, полученные фотографии значительно упрощали процесс редактирования сохранённых результатов.

По результатам проведения обмерных работ было получено облако точек резервуара, представленное на рисунке 14, достаточно точно характеризующее геометрию объекта.

На полевые работы по обмеру всего резервуара РВС-700 снаружи с привязкой данных к высотным отметкам объекта и измерениями между стоянками прибора было затрачено около 35 мин. Сканирование производилось с шести стоянок прибора. Общее количество полученных точек 12 000.

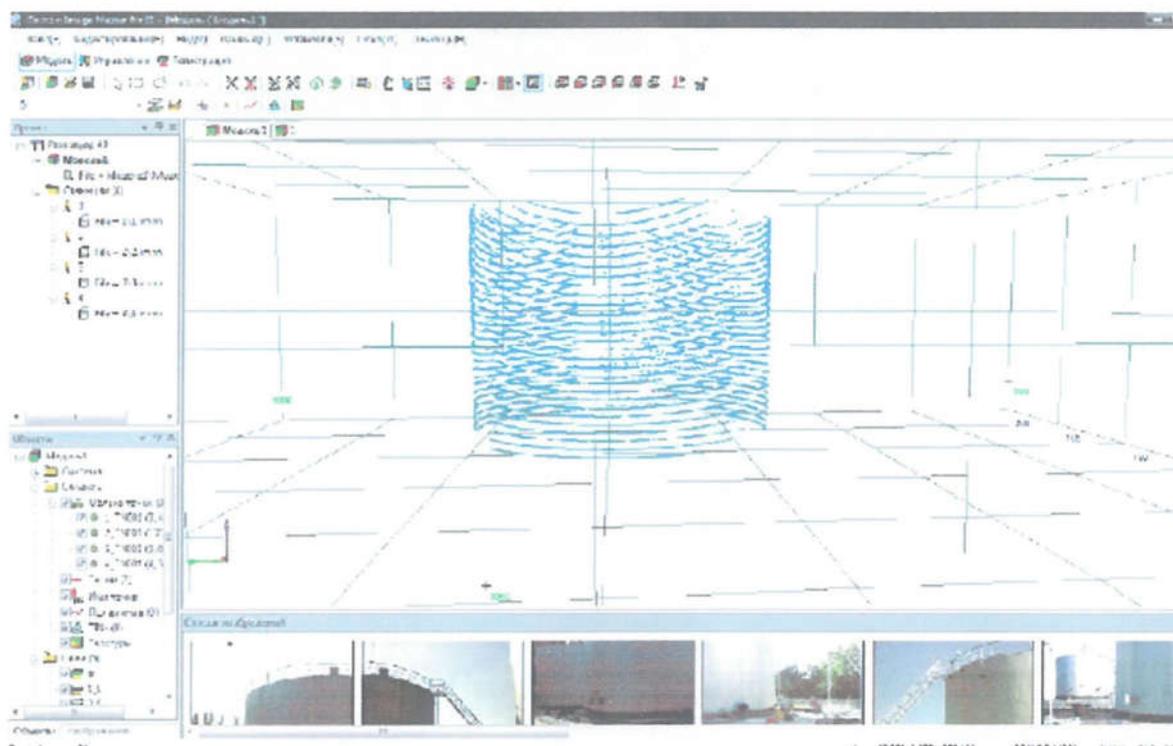


Рисунок 14 - Облако точек резервуара

3.4 Обмер резервуара изнутри

После сканирования РВС-700 снаружи было произведено его сканирование изнутри.

Внутренние обмеры производились с одной стоянки роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2.

Выбор области сканирования производился, используя вариант «Всё вокруг». Работы проводились внутри резервуара при очень слабой освещённости (рисунок 15) с двух станций. Точное задание области

сканирования (нижнего и верхнего вертикального угла) производилось с использованием целеуказателя (видимого луча).



Рисунок 15 - Съемка внутри резервуара

На резервуаре РВС-700 было произведено сканирование вертикальных стенок, дна и верхней части. Общее время сканирования изнутри составило порядка 35 мин. 18 мин. заняло непосредственно сканирование стенок резервуара. Остальное время было затрачено на установку прибора и привязку к системе высот резервуара. По результатам сканирования было получено облако из 24 000 точек.

Общее время работы на резервуаре РВС-700 составило порядка 1,5 час. из-за выбора максимально возможной области сканирования, включая дно и верхнюю часть. После основного сканирования производилось детальное сканирование (подсканирование) отдельных частей (опорные трубы и люки). Общее количество точек составило порядка 110 000 - 120 000 шт. Результат данной работы представлен на рисунке 16.

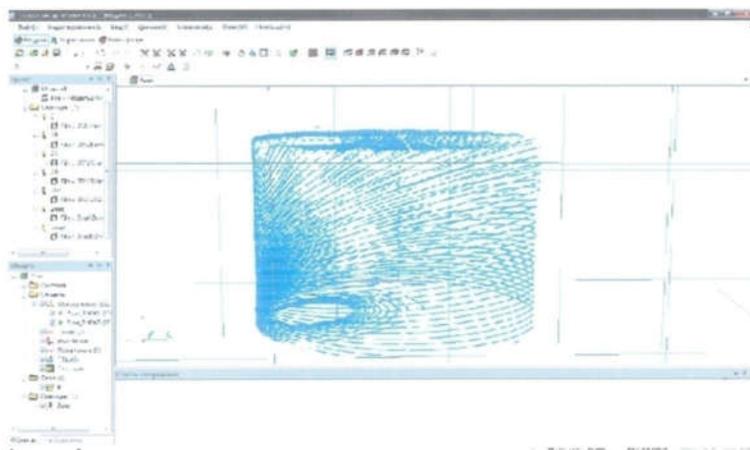


Рисунок 16 -Облако точек резервуара при сканировании изнутри

3.5 Обработка данных сканирования

После проведения внешнего и внутреннего сканирования PBC-700 полученные результаты передавались в программное обеспечение ImageMaster для IS (IM), которое входит в стандартный комплект поставки роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2, для дальнейшей промежуточной обработки.

Программное обеспечение ImageMaster для ImagingStation, входящее в стандартный комплект поставки тахеометра, полностью русифицировано.

Необходимые результаты, всё облако точек или определённые ярусы, в дальнейшем могут передаваться в расчётные программные продукты в форматах *.csv; *.apa; *.sim; *.txt.

После производства тахеометрической съёмки осуществлялась обработка полученных данных в следующей последовательности:

Был произведён импорт данных из памяти роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2 в персональный компьютер с сохранением данных в файле с расширением .txt.

С помощью ImageMaster было произведено сведение (пересчёт) данных с различных стоянок роботизированного электронного тахеометра Topcon Imaging Station в единую систему координат и редактирование полученных результатов: удаление точек, не принадлежащих стенкам резервуара.

Для получения данных по каждому из ярусов использовалась функция «Вырезать срезом», с помощью которой возможно отображать только нужный ярус определённой толщины.

Высокая плотность получаемых результатов позволяет не только определить общие параметры объекта, но и учесть практически все локальные деформации. На рисунке 17 (вид сверху) очень хорошо видна вогнутость стенки, которая плохо заметна визуально при полевых обмерах.

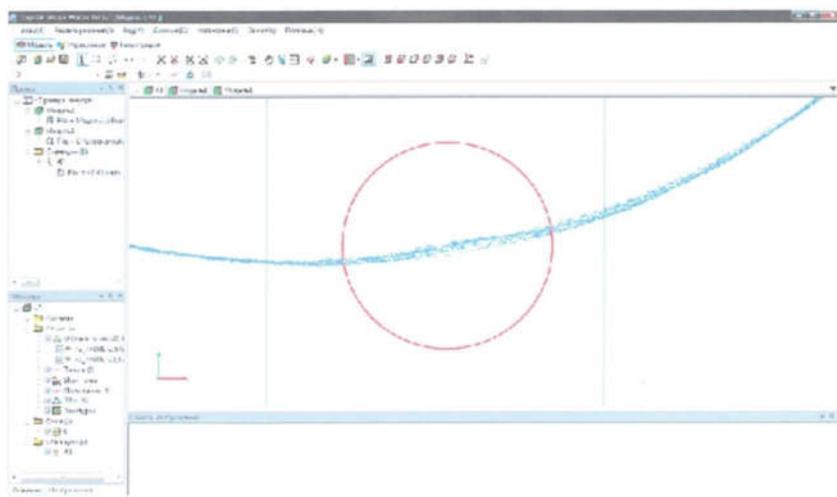


Рисунок 17- Локальная деформация стенки резервуара

Учесть все такие деформации во время выполнения работ стандартными методами или электронно-оптическим методом с использованием нероботизированных электронных тахеометров достаточно сложно.

По результатам сканирования резервуара и последующей обработки данных сделаны следующие выводы:

- погрешность определения вместимости резервуара находится в пределах $\pm 0,2\%$;
- состояние фундамента РВС-700 оценено как работоспособное;
- отклонения стенок резервуара от нормативных значений находятся в пределах допуска. При выполнении геодезических работ по наблюдению за деформациями РВС-700 после его капитального ремонта в резервуарном парке было выполнено следующее:

1. Создано плановое геодезическое обоснование.
2. Произведён обмер резервуара РВС-700 (снаружи и внутри) с применением роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2.
3. В программе TopconImageMaster осуществлена обработка данных, включающая расчёты по выявлению деформаций РВС-700.

По результатам выполненных работ сделаны следующие выводы:

- погрешность определения вместимости резервуара находится в пределах $\pm 0,2\%$;
- состояние фундамента РВС-700 оценено как работоспособное;
- отклонения стенок резервуара от нормативных значений находятся в пределах допуска.

Можно совершенно определённо говорить, что точность определения объёма резервуаров с применением роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2 повышается на порядок по сравнению с требованиями, установленными для геометрического метода действующим ГОСТ 8.570-2000 «Резервуары стальные вертикальные цилиндрические. Методика поверки».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе внедрения новых технологий измерений при поверке резервуаров с применением роботизированного электронного тахеометра Topcon IS-2 достигнуты:

- Значительное повышение производительности труда за счёт автоматизации измерений, а также сбора и передачи результатов измерений;
- Минимизация возможности возникновения грубых ошибок за счёт применения безбумажной технологии при измерениях, а также сборе и передаче результатов измерений;
- Уменьшение влияния случайной и систематической составляющей погрешностей на результаты измерений и оценки геометрических параметров резервуара;
- Возможность выполнения измерений независимо от погодных условий (возможность работы в широком диапазоне температур и малочувствительность к ветру и атмосферным осадкам);
- Обеспечение возможности оперативно выявлять деформации стенок резервуара и увеличение его крена, а также оседание его основы;
- Возможность выполнения измерений при поверке резервуаров, имеющих карнизы, технологические проходы, лестницы и другие конструкции резервуара, усложняющие доступ к стенке резервуара;
- Решение проблемы поверки резервуаров с теплоизоляцией или железобетонных резервуаров бесконтактными измерениями изнутри резервуара.

Использование роботизированного электронного тахеометра ImagingStation компании Topcon позволило значительно сократить время полевых работ и получить более полную геометрическую информацию об объекте.

За счёт высокой скорости сканирования можно производить обмер сразу нескольких рядом расположенных резервуаров, тем самым значительно сокращая время проведения работ. По предварительным подсчётам, используя функцию сканирования Topcon IS-2, в день при хороших погодных условиях можно обмерить снаружи порядка 8-10 резервуаров РВС-700.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Классификация резервуаров и резервуарных парков. - <http://gazovik-neft.ru/directory/info/fire-fighting/p-01.html>
2. ПБ 03-605-03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. - М.: ПИО ОБТ, 2003
3. РД 23.020.00-КТН-279-07. Методика обследования фундаментов и Оснований резервуаров вертикальных стальных. - М.: ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ», 2007
4. РД 16.01-60.30.00-КТН-063-1-05. Правила технической диагностики резервуаров. - М.: ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ», 2005
5. Резервуары РВС-700. - <http://neft-rus.ru/rezervuary-vertikalnye-rvs-rvsp-rvss/rvs-1000-ш3.html>
6. ТД 23.115-96. Технология геодезического обследования стальных вертикальных резервуаров. - М.: Издательство стандартов, 1996
7. Topcon IS-2. Getting started guide- Topcon, 2012

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Назыров Руфат

Название: Маркшейдерское обеспечение на нефтяных и газовых месторождениях на примере месторождения "Каражанбас" Мангистауской области

Координатор: Серик Турсбеков

Коэффициент подобия 1:48,1

Коэффициент подобия 2:21,3

Тревога:3

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Обнаруженные в работе заимствования, коэффициенты подобия не составили 21,3%. Полный отчет показал, что заимствования имеют ссылки на научную литературу, а также технические характеристики геодезических приборов. Были заимствованы с официальных сайтов. Поэтому признаю данную работу самостоятельной и допускаю её к защите

15.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

С учетом обновлений, а также проделанной работы при выполнении
и расчётах дипломной работы можно признать работу самостоя-
тельной и допустить её к защите.

15.05.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Назыров Руфат

Название: Маркшейдерское обеспечение на нефтяных и газовых месторождениях на примере месторождения "Каражанбас" Мангистауской области

Координатор: Серик Турсбеков

Коэффициент подобия 1: 48,1

Коэффициент подобия 2: 21,3

Тревога: 3

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Кодифициент № 2 составил 282, полный отчет показал
что взаимодействие с интернетом имеют ссылки на использованные
литература и технические характеристики государственных
интернет-сайтов. Взаимодействие с официальными сайтами
в связи с этим призвано работу с соответствующими
и функциями ее к защите

15.05.2019г

Дата



Подпись Научного руководителя

ОТЗЫВ

Научного руководителя на дипломную работу Назырова Руфата Султановича на тему: «Маркшейдерское обеспечение на нефтяных и газовых месторождениях на примере месторождения Каражанбас».

Дипломная работа Назырова Р. С. посвящена актуальной теме разработки месторождений углеводородного сырья, в нашем случае маркшейдерско-геодезических наблюдений за деформациями резервуаров для хранения нефтепродуктов.

Студентом Назыровым Р. С. дан большой практический анализ и сделаны определенные виды съемок, а также произведены практические работы.

Любое построенное инженерное сооружение постоянно изменяет свое положение в пространстве. Давление сооружения сжимает грунты в основании, что вызывает его осадки. Разумеется, по мере уплотнения грунтов осадки постепенно прекращаются. При этом скорость затухания зависит от свойств конкретных грунтов.

Материал в дипломной работе изложен доступным техническим языком с соблюдением логики и показывает грамотность в изложении данного материала.

В качестве замечания можно отметить следующие несущественные недостатки дипломной работы: мало показаны иллюстрации материалов в цветном изображении, некоторые материалы излишне детализированы, нет определенных ссылок.

В целом дипломная работа представляет собой законченный труд, выполненный в соответствии с ГОСТом и требованиями. Специальная часть полностью раскрыта и показывает техническую грамотность автора работы. Существенных недостатков работа не имеет.

По теме дипломной работы написана научная статья, которая выйдет в научно-техническом журнале за пределами Республики Казахстан. Назыров Р. С. Был участником Республиканского конкурса по кейсам, компании «Еврохим».

В связи с этим, дипломная работа заслуживает положительной оценки «отлично» (95%), а студент Назыров Р. С., в случае успешной защиты присвоения квалификации «Бакалавр» по специальности 5В070700- «Горное дело».

Научный руководитель
д.т.н., профессор кафедры МДиГ
КазНИТУ им. К. И. Сатпаева

С. В. Турсбеков