# Казанский Федеральный Университет

**Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов**

**Kazan Federal University,**

# Department of high-viscosity oils and natural bitumen

**Проектирование электрообессоливающей установки (ЭЛОУ)**

**Design of an electric desalination plant (ELOU)**

**Гашпар Фелисиану Гомеш, Gaspar Feliciano Gomes1**

**Валиев Динар Зинурович, Valiev Dinar Zinurovich2**

**Кемалов Руслан Алимович, Kemalov Ruslan Alimovich3**

**Кемалов Алим Фейзрахманович, Kemalov Alim Feizrahmanovich4**

магистрант кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов1

старший преподаватель кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов2

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов3

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии нефти, газа и углеродных материалов 4

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия

УДК 553.98. Шифр научной специальности ВАК: 21.01.01. «Нефтегазовое дело»

E-mail: felicianogaspar68@gmail.com

**Аннотация:** в данной статье представлен расчет электрообессоливающей установки, разработанный с использованием программного обеспечения Mathcad. Проведены расчеты электродегидратора, теплообменника и насоса. Описание каждого элемента сопровождается необходимыми инженерными расчетами, что позволяет оценить их эффективность и соответствие заданным параметрам. Параметры процесса, такие как температура и давление, в основном зависят от конструкции завода. Не менее важны свойства обессоленной нефти. Многие масла хорошо обессоливаются при 70-90 ° С. Повышение температуры обессоливания повышает электропроводность и силу тока, усложняет условия для работы изоляторов. В результате исследований были определены оптимальные режимы работы установки, что способствует снижению затрат на обработку и повышению ее общей производительности. Данный проект представляет интерес для специалистов в области энергетики и водоснабжения, а также для исследователей, занимающихся разработкой технологий обессоливания и улучшения процессов водоочистки.

**Ключевые слова:** ЭЛОУ, электродегидраторы, установка, аппаратура, процесс, насос.

**Abstract:** This article presents a project of an electrical desalination plant developed using Mathcad software. Detailed calculations of the key elements of the plant, including a dehydrator, heat exchanger and pump, are carried out. The description of each element is accompanied by the necessary engineering calculations, which allows us to evaluate their efficiency and compliance with the specified parameters. Process parameters such as temperature and pressure depend mainly on the plant design. The properties of the desalted oil are no less important. Many oils are well desalted at 70-90 °C. Increasing the desalting temperature increases electrical conductivity and current strength, complicating the operating conditions of the insulators. As a result of the research, optimal operating modes of the plant were determined, which helps to reduce processing costs and increase its overall productivity. This project is of interest to energy and water supply specialists, as well as to researchers involved in the development of desalination technologies and improvement of water treatment processes.

**Keywords**: ELOU, electric dehydrators, units-installation, equipment, process, pump.

**Введение (Introduction)**

Объектом исследования **полученные непосредственно со скважины, характеризующиеся определенными, заранее заданными параметрами.** Процессы первичной переработки нефти составляют основу всех НПЗ. В ходе этого процесса получают буквально все компоненты моторных топлив, смазочных масел, сырья для вторичных процессов и для нефтехимической промышленности. Выход и качество компонентов топлив и смазочных масел, и технико-экономические показатели последующих процессов переработки нефти напрямую зависят от активности на. В настоящее время проблемным вопросом является повышение рентабельности эксплуатации установки ЭЛОУ и совершенствование установок атмосферного трубчатого аппарата. Вопрос о разумной глубокой переработке нефти, извлечении высококачественной продукции с улучшенной охраной окружающей среды очень значителен. В этой цепи подготовки нефти к переработке и первичной переработки - прямой перегонки - играют большую роль. Фракционирование нефти при атмосферном и пониженном давлении является важной деталью во всей картине нефтепереработки, которая обеспечивает сырьем все технологическое оборудование нефтеперерабатывающих заводов. Отдельное место занимают такие процессы, как обессоливание и обезвоживание нефти, которые способствуют извлечению высококачественной товарной продукции. На заводе, окончательное обезвоживание и обессоливание нефти осуществляется на растения электрообессоливания (ЭЛОУ). На современном ЭЛОУ баланс солей в масле обеспечивается 3-5 мг/л. Современные технологии перегонки нефти сочетаются с процессами обезвоживания и обессоливания: ЭЛОУ - АТ, ЭЛОУ - АВТ и др., а также другие технологические процессы: фракционирование газа, гидроочистка топливных и газойлевых фракций, каталитический крекинг и риформинг. В данном дипломном проекте разработан проект секции ЭЛОУ-АТ комбинированной установки ЛК-6У, включающей установки гидроочистки и каталитического риформинга бензиновой фракции.

**Материалы и методы исследования** **(Materials and Methods):**

Расчет содержание солей в пластовой воде и на выходе с ЭЛОУ определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где СС.Н. – содержание солей в нефти, г/м3;

СС.В. – содержание воды в нефти, %(масс.);

ρН – плотность нефти, кг/м3.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Расчет подачи промывной воды рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где а=1;

в=СВ.С.=1.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

Расход промывной воды выполняется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Скорость осаждения капелек рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

где d – диаметр наименьших капель воды, м;

ρв,ρН – плотность воды и нефти, кг/м3;

ν - кинематическая вязкость нефти, м2/с;

g – ускорение силы тяжести, м/с2.

Определяется значение критерия рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

где d – диаметр наименьших капель воды, осаждающихся в отстойнике, м.

Скорость движения нефти в электродегидраторе рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Необходимое поперечное сечение электродегидратора рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9) |

Технологический расчет теплообменника

Тепловая нагрузка рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| Q=G×(J1-J2)×η/3,6 | (10) |

Где Q – тепловая нагрузка аппарата, кДж/ч;

G – масса нефти, кг/ч;

J1, J2 – энтальпия нефти при температурах входа и выхода из аппарата, кДж/кг.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |
|  | (12) |

где  - относительная плотность;

α - средняя температурная поправка на один градус.

Определяется средняя разность температур по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13) |

Определяется поверхность теплообмена по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (14) |

Определяется внутренний диаметр трубопровода по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (15) |

Потеря напора на всасывающем и нагнетательном трубопроводе рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (16) |

где l – длина всасывающего и нагнетательного трубопровода, м;

ξМ.С. – коэффициент местных сопротивлений;

g – ускорение силы тяжести, м2/с;

λ - коэффициент трения.

Критерий Рейнольдса рассчитывают по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (17) |

где μ - динамическая вязкость, Нсек/м2

|  |  |
| --- | --- |
|  | (18) |

где k – абсолютная шероховатость трубопровода, мм.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (19) |

Полная потеря напора рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (20) |

Мощность насоса рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (21) |

где η - КРД насоса, кВт.

Мощность электродвигателя рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| Nдв=1,25×NН | (22) |

**Результаты (Results)**

Технологический расчет электродегидратора.

Цель расчета определить необходимое количество стандартных электродегидраторов.

Назначение: для обессоливания сырой нефти.

Данные для расчета:

Производительность установки GН=250 м3/ч

Вязкость нефти ν20 =19.5 мм2/с; ν50=11,6 мм2/с

Плотность нефти при 1000С ρН=852 кг/м3

Плотность воды при 1000С ρв=958 кг/м3

Кинематическая вязкость нефти при 1000С νН=2×10-6 м2/с

Диаметр наименьших капель воды, осаждающихся в отстойнике d=2,2×10-4 м

Содержание воды в нефти, поступающей на ЭЛОУ Св.н.=1% (масс.)

Содержание солей в нефти Сс.н.=1000 г/м3

Остаточное содержание воды в нефти =0,2%

Остаточное содержание солей в нефти =5 г/м3

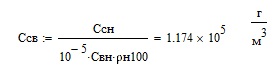
По номограмме Семенидо определяется температура процесса.

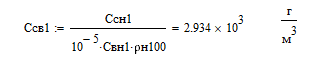
Точка пересечения соответствует температуре процесса, равной 1000С.

Расход промывной воды

Рассчитывается содержание солей в пластовой воде и на выходе с ЭЛОУ. производство оборудование насос промысел

Рассчитывается содержание солей в пластовой воде и на выходе с ЭЛОУ





Рассчитываем подачу промывной воды





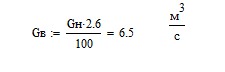








Расход промывной воды



Расчет электродегидратора

Принимается в качестве электродегидратора стандартный аппарат – горизонтальный цилиндрический отстойник типа 2ЭГ160-2, L=18,6 м, Д=3,4 м, максимальная поверхность осаждения 63,24 м2.

Пусть Re меньше 0,4, тогда скорость осаждения капелек рассчитывается по формуле



Определяется значение критерия

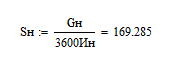


Поскольку Re меньше 0,4 использование формулы Стокса – справедливо

Определяется скорость движения нефти в электродегидраторе



Определяется скорость движения нефти в электродегидраторе



Необходимое число электродегидраторов: 4.



Технологический расчет теплообменника

Цель расчета выбрать стандартный размер теплообменника

Назначение: для подогрева сырой нефти.

Данные для расчета:

Температура подогреваемой нефти t1=900С, t2=500С.

Температура холодной нефти t3=200C, t4=700С.

КПД теплообменника η=0,95















Схема теплообмена





Определяется средняя разность температур по формуле



Коэффициент теплопередачи принимается



Определяется поверхность теплообмена



Технологический расчет насоса















Технологический расчет насоса

Цель расчета определить необходимую мощность насоса, выбрать стандартный насос.

Назначение: для перекачки сырой нефти.

Данные для расчета:

Расход нефти Q=0,067 м3/с

Плотность нефти р=851 кг/м3

Давление в аппарате, из которого осуществляется перекачка Р1=101000 Па

Давление в аппарате, в который осуществляется перекачка Р2=150000 Па

Температура перекачиваемой нефти t=700С

Геометрическая высота подъема нефти НГ=4,5 м

Длина всасывающего трубопровода Lвсас=10 м

Длина нагнетательного трубопровода Lнаг=30 м

Принимается скорость движения нефти в трубопроводе W=2 м/с

Определяется внутренний диаметр трубопровода



Критерий Рейнольдса









Потеря напора на всасывающем и нагнетательном трубопроводе

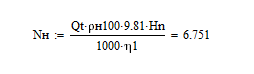




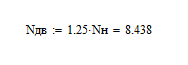
Полная потеря напора



Мощность насоса



Мощность электродвигателя



Выбран тип насоса НК 560/335-180

**Дискуссия (Discussion)**

В ходе работы были определены размеры теплообменника поверхность теплообмена составила 895.834 м2. В ходе расчётов определили мощность насоса составляет 6.751 кВт. Для обеспечения необходимых пропускных способностей был выбран насос типа НК 560/335-180. Исходя из заданных параметров поступления жидкости, плотности нефти было установлено что необходимо 3 электродегидраторов.

Полная потеря напора 14.134

**Заключение (Conclusions)**

Был проведен анализ установки ЭЛОУ. В ходе работы были рассчитаны определили необходимое количество стандартных электродегидраторов, определены стандартные размеры теплообменника, определены необходимую мощность насоса, выбраны стандартные насосы. Все расчеты выполнены с использованием программного обеспечения Mathcad, с представленными вычислениями.

**Список литературы** **(References)**:

1. Дытнерский Ю.И., Борисов Г.С., Брыков Г.С. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., Химия, 1991. 496с.
2. Кушелев В.П., Орлов Г.Г., Сорокин Ю.Г. Охрана труда в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. М., Химия, 1983. 471с.
3. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. М., Химия, 1967. 838с.
4. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. М., Химия, 1980. 256с.
5. Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г. Химия и технология нефти и газа. Л., Химия, 1985. 408с.