# 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)**

**Кириллов Дмитрий Анатольевич, Kirillov Dmitrii1**

**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: 1.4.12. «Нефтехимия»

E-mail : Kirillov221@internet.ru

**Аннотация:** в данной статье представлен проект электрообессоливающей установки, разработанный с использованием программного обеспечения Mathcad. Проведены детализированные расчеты ключевых элементов установки, включая дегидратор, теплообменник и насос. Описание каждого элемента сопровождается необходимыми инженерными расчетами, что позволяет оценить их эффективность и соответствие заданным параметрам. 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, теплообменное оборудование, насос.

**Abstract:** This article presents a design for an electric desalination plant developed using Mathcad software. Detailed calculations of the key elements of the installation, including the dehydrator, heat exchanger and pump, have been carried out. The description of each element is accompanied by the necessary engineering calculations, which makes it possible to evaluate their effectiveness and compliance with the specified parameters. 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 specialists in the field of energy and water supply, as well as to researchers involved in the development of desalination technologies and improvement of water treatment processes.

**Keywords**: ELOU, electric dehydrators, heat exchange equipment, oil refining.

**Введение (Introduction)**

Объектом исследования **полученные непосредственно со скважины, характеризующиеся определенными, заранее заданными параметрами.** Предметом исследования является установка электрообессоливания. Установка ЭЛОУ предназначена для обессоливания нефти, поступающей с промыслов на данное производство. Основное **предназначение установки ЭЛОУ заключается в эффективном обессоливании нефти**, поступающей с промысловых месторождений на территорию производственного комплекса. Этот процесс не просто желателен, но и **критически необходим для обеспечения бесперебойной и экономичной работы всего нефтеперерабатывающего предприятия.** Глубокое обессоливание, достигаемое посредством применения установки ЭЛОУ, является многогранным процессом, положительно влияющим на множество аспектов производства. Одним из ключевых результатов является **значительное снижение коррозии** технологического оборудования и трубопроводных систем, контактирующих с нефтью. Цель работы состоит в определении необходимого количества стандартных электродегидраторов, выбрать стандартный размер теплообменника, определить необходимую мощность насоса, выбрать стандартный насос [1,2].

**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=315 м3/ч

Вязкость нефти ν20 =22 мм2/с; ν50=13,5 мм2/с

Плотность нефти при 1000С ρН=867 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

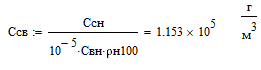
По номограмме Семенидо определяется температура процесса.

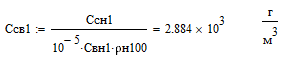
Точка пересечения соответствует температуре процесса, равной 1000С.

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:

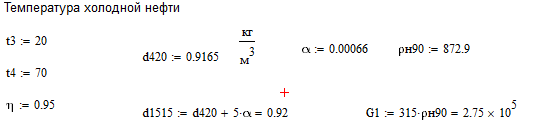
Температура подогреваемой нефти t1=900С, t2=500С.

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

КПД теплообменника η=0,95



Температура холодной нефти





Тепловая нагрузка

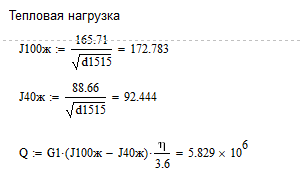


Схема теплообмена





Определяется средняя разность температур по формуле



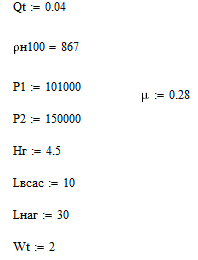
Коэффициент теплопередачи принимается



Определяется поверхность теплообмена, м2



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=0,04 м3/с

Плотность нефти р=867 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

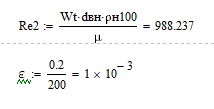
Длина нагнетательного трубопровода Lнаг=30 м

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

Определяется внутренний диаметр трубопровода, м



Критерий Рейнольдса





Потеря напора на всасывающем и нагнетательном трубопроводе, м





Полная потеря напора, м



Мощность насоса, кВт



Мощность электродвигателя, кВт



Выбираем насос марки АК 80-160/147-127/11,0/2

**Дискуссия (Discussion)**

Исходя из заданных параметров поступления жидкости, плотности нефти было установлено что необходимо 4 электродегидратора. В ходе работы были определены размеры теплообменника поверхность теплообмена составила 1197 м2. В ходе расчётов определили мощность насоса составляет 6,82 кВт. Для обеспечения необходимых пропускных способностей был выбран насос типа АК 80-160/147-127/11,0/2. Выбранные аппараты полностью удовлетворяют исходным данным и позволяют протекать процессам обезвоживания и обессоливания без аварийных ситуаций

**Заключение (Conclusions)**

Данное исследование посвящено моделированию 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. Сравнение полученных значений с стандартными таблицами и литературными данными подтвердило правильность выполненных расчетов, что свидетельствует о надежности выбранных методов и формул

**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.