# 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)**

Гелеверя Глеб Владимирович, Geleverya Gleb1

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 : geleverya21@internet.ru

**Аннотация:** статья посвящена актуальной задаче повышения эффективности процессов обессоливания и обезвоживания нефти на установках ЭЛОУ, что является критически важным этапом нефтепереработки для предотвращения коррозии оборудования и обеспечения качества товарной нефти. Целью данного исследования является разработка и численное моделирование основных узлов установки ЭЛОУ с целью определения оптимальных параметров оборудования. В качестве основного метода исследования использовался теоретический подход, основанный на применении математических моделей и расчетов с использованием программного обеспечения Mathcad. В ходе работы были рассчитаны и определены: необходимое количество электродегидраторов стандартного исполнения, типоразмеры теплообменного оборудования, а также подобрана и обоснована мощность насосного оборудования, с выбором стандартных моделей. Представленные в работе результаты включают подробные вычисления и промежуточные значения, наглядно демонстрирующие ход проведенных расчетов. Выводы исследования позволяют рекомендовать полученные значения как отправные точки для проектирования или модернизации установок ЭЛОУ, обеспечивая тем самым более точный и эффективный выбор оборудования, что способствует оптимизации технологического процесса и снижению эксплуатационных затрат. Полученные результаты могут быть применены в проектных организациях и на нефтеперерабатывающих предприятиях для повышения эффективности и надежности технологического процесса подготовки нефти.

**Ключевые слова:** ЭЛОУ, электродегидраторы, теплообменное оборудование, нефтепереработка.

**Abstract:** the article is devoted to the urgent task of improving the efficiency of oil desalination and dewatering processes at ELOU installations, which is a critically important stage of oil refining to prevent corrosion of equipment and ensure the quality of commercial oil. The purpose of this study is to develop and numerically simulate the main components of an ELOU installation in order to determine the optimal equipment parameters. The main research method used was a theoretical approach based on the application of mathematical models and calculations using Mathcad software. In the course of the work, the required number of standard-design electric dehydrodrators, standard sizes of heat exchange equipment were calculated and determined, as well as the capacity of pumping equipment was selected and justified, with a choice of standard models. The results presented in the paper include detailed calculations and intermediate values that clearly demonstrate the progress of the calculations. The conclusions of the study allow us to recommend the obtained values as starting points for the design or modernization of ELOU installations, thereby providing a more accurate and efficient choice of equipment, which helps to optimize the technological process and reduce operating costs. The results obtained can be applied in design organizations and oil refineries to improve the efficiency and reliability of the technological process of oil treatment.

**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 электро-обессоливания. 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=240 м3/ч

Вязкость нефти ν20 =22 мм2/с; ν50=11,5 мм2/с

Плотность нефти при 1000С ρН=851 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



Определяется значение критерия



Поскольку Re меньше 0,4 использование формулы Стокса – справедливо

Определяется скорость движения нефти в электродегидраторе



Определяется необходимое поперечное сечение электродегидратора





Необходимое число электродегидраторов: 3.



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)**

Исходя из заданных параметров поступления жидкости, плотности нефти было установлено что необходимо 3 электродегидраторов. В ходе работы были определены размеры теплообменника поверхность теплообмена составила 896 м2. В ходе расчётов определили мощность насоса составляет 4.3 кВт. Для обеспечения необходимых пропускных способностей был выбран насос типа НК 560/335-180

**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.

**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.