

Введение На всех стадиях разработки нефтяных месторождений от добычи до транспорта важно уметь определять энергетическую эффективность [1]. На стадии добычи нефти с использованием установок электроцентробежных и штанговых насосов (УЭЦН и СШНУ необходимо знать распределение параметров газожидкостной смеси (ГЖС) вдоль подъемника (колонны и НКТ). Основными параметрами являются: давление, температура, газо и водосодержание, расход ГЖС, объемные коэффициенты. В настоящей работе определение динамики движения газожидкостной смеси (ГЖС) основана на методе Грона-Оркишевского [2], [3], согласно которому определение распределения параметров ГЖС по стволу скважины, динамики движения и энергозатрат производится исходя из: 1) оценки типа структуры потока; 2) расчёта плотности газожидкостной смеси; 3) расчёта градиента потерь на трение. моделирование. Гидрогазодинамика ГЖС Уравнения движения газожидкостной смеси построены на использовании следующих уравнений: (1) или , (2) где , V , M – соответственно скорость, объёмный расход газа и массовый расход смеси. Суммарные потери энергии $dP_{ПОТ}$ при движении смеси на участке dH (потери на трение и скольжение) коррелируются в форме, аналогичной уравнению Фаннинга для вычисления потерь на трение в однофазном потоке: , (3) где f_0 – корреляционный коэффициент необратимых потерь энергии на участке длиной dH ; v_{CM} – средняя скорость движения смеси,; d – диаметр подъёмника. Энергоэффективность подъемников Энергозатраты на подъем жидкости определяются по формуле (4) где - функции напора (характеристики) насосов подъемника, - дебит, - КПД насоса, - потери на трение, - устьевое давление, - гидростатическое давление. Ниже приведены расчеты для Бавлинского месторождения Татарстана с учетом изменений [4].

Таблица 1 - Характеристики пластовой нефти Месторождение, горизонт $R_{нас}$, МПа G_0 , м³/м³ , кг/м³ , мПа•с кг/м³ Бавлинское, Татарстан, Пашийский горизонт, D_i 9,5 59,2 780 2,2 848 Исходные данные по скважине, режиму фильтрации и подъему приведены в таблице 2

Таблица 2 - Основные параметры эксплуатации Дебит жидкости куб.м/сут 30 Обводненность % 60 Устьевое давление МПа 1 Глубина скважины м 1600 Забойное давление МПа 10,023 Дебит жидкости куб.м/сут 30 Коэфф. продуктивности куб.м/(Мпа*сут) 6,032 В таблице 3 приведены результаты расчета энергозатрат для различных устьевых давлений и компоновок нефтяного подъемника на основе УЭЦН. Модификация оборудования включает в себя газосепаратор (ГС), струйный (СН) и мультифазный (Мф.Н) насосы [5], [6].

Таблица 3 - Потребляемая мощность и напоры подъемников УЭЦН от глубины погружения H_c Компоновка H_c , м $P(Q)$, Мпа N , кВт УЭЦН 988 11,5 16,48 УЭЦН+Мф.Н 988 7,6 16,44 УЭЦН+Мф.Н+СН 988 6,4 14,73 УЭЦН+ГС 787 11,5 16,06 УЭЦН+ГС+Мф.Н 787 7,5 16,03 ТАНДЕМ+Мф.Н 787 6,5 14,63

Расчеты показывают, что использование газосепараторов и струйных насосов при работе ЭЦН снижает эксплуатационные затраты до 10%. А использование на устье мультифазного насоса способствует существенному

снижению нагрузки на подъемник до 15-20%.