

Основным параметром катодной защиты обсадных колонн является величина защитного тока [1,2]. Существует ряд методов, позволяющих определить величину требуемого тока катодной защиты [3,4]: метод поляризационных кривых (электрического каротажа); метод определения профиля падения напряжения на эксплуатационной колонне; метод расчета сдвига потенциала в стволе скважины и величины сопротивления в системе скважина/грунт; метод моделирования катодной защиты скважины. В данной работе рассматривается алгоритм использования метода расчета сдвига потенциала в стволе скважины и величины сопротивления в системе скважина/грунт для выбора величины защитного тока на примере трех скважин НГДУ «Бавлынефть», отличающихся сроком эксплуатации: Скважина № 29 П начало эксплуатации - сентябрь 1983 г. Элементы конструкции Высота (L), м Диаметр (d), м Толщина стенки (e), м Направление 40 0,324 0,01 Кондуктор 247 0,245 0,008 Эксплуатационная колонна 1945 168 0,008 Скважина № 3913 начало эксплуатации - май 2005 г. Элементы конструкции Высота (L), м Диаметр (d), м Толщина стенки (e), м Направление 40 0,324 0,01 Кондуктор 270 0,245 0,0079 Эксплуатационная колонна 1851 0,168 0,0089 Скважина № 4813 Г начало эксплуатации - октябрь 2010 г. Элементы конструкции Высота (L), м Диаметр (d), м Толщина стенки (e), м Направление 40 0,324 0,0095 Кондуктор 302 0,245 0,007 Эксплуатационная колонна 1562 0,168 0,0073 Метод расчета сдвига потенциала в стволе скважины и сопротивления в системе скважина/грунт, позволяет, зная величину защитного тока и смещение потенциала на устье скважины, рассчитать сдвиг потенциала на забое скважины [4] или, зная требуемую величину сдвига потенциала на забое скважины, рассчитать ток защиты. В соответствии с этим методом алгоритм расчета параметров катодной защиты состоит из четырех этапов. Первый этап расчета включает определение геометрических (общая площадь поперечного сечения участков) и электрических (продольное омическое сопротивление обсадной колонны, коэффициент затухания и характеристическое сопротивление) параметров конструкции. Второй этап включает в себя испытания с подачей поляризующего тока (I_n), при котором измеряют сдвиг потенциала на устье скважины (U_n) и рассчитывают соотношение U_n/I_n . Третий этап методики предусматривает определение методом последовательных приближений величины удельного сопротивления покрытия обсадной колонны. Четвертый этап методики заключается в получении уравнений связывающих значения смещения потенциала на устье скважины (U_3) со смещением потенциала на забое (U_0), и величину смещения потенциала на забое (U_0) с величиной тока защиты (I_3): $U_3 = K_1 \cdot U_0$ $I_3 = K_2 \cdot U_0$ где K_1 коэффициент пропорциональности между сдвигами потенциала на устье и на забое; K_2 - коэффициент пропорциональности между сдвигом потенциала на забое и током защиты. Используя данную систему уравнений, рассчитывают значение тока защиты при заданном смещении потенциала на забое скважины. Для

реализации методики расчета параметров катодной защиты разработано программное обеспечение с использованием объектно-ориентированного языка программирования Delphi 7 [5]. В методике [3,4] предполагается, что соотношение между смещением потенциала на устье скважины и силой тока защиты, а так же рассчитанное значение удельного сопротивления покрытия не зависят от величины поляризующего тока, используемого в процессе испытаний. Однако, в работе [5] установлено, что значения коэффициентов пропорциональности K_1 и K_2 в уравнениях (этап 4) зависят от величины поляризующего тока. Результаты экспериментального определения потенциала на устье скважины при разных значениях поляризующего тока для трех скважин НГДУ «Бавлынефть» приведены в табл.1. Таблица 1 - Результаты экспериментального определения потенциала на устье скважины при разных значениях силы тока защиты № скважины Потенциал без тока, В Потенциал на устье скважины под током, В

№ скважины	3 А	5 А	7 А	29П
29П	-0,700	-1,08	-1,17	-1,19
3913	-0,647	-1,13	-1,15	-1,21
4813Г	-0,750	-1,36	-1,50	-1,57

Данные таблицы 1 показывают влияние срока эксплуатации на значение потенциала на устье скважины при выбранной силе тока защиты - чем меньше срок эксплуатации, тем больше смещение потенциала на устье скважины. На основании экспериментальных данных рассчитаны коэффициенты для уравнений, связывающих значения смещения потенциала на устье скважины (U_3), со смещением потенциала на забое (U_0), и величину смещения потенциала на забое (U_0) с величиной тока защиты (I_3) при рассматриваемых значениях силы поляризующего тока:

Скважина № 29П Для силы тока 3 А: Для силы тока 5А: Для силы тока 7А:
Скважина № 3913 Для силы тока 3 А: Для силы тока 5А: Для силы тока 7А:
Скважина № 4813Г Для силы тока 3 А: Для силы тока 5А: Для силы тока 7А:

Результаты расчета силы тока защиты (I_3) при выбранных смещениях потенциала на забое скважины (U_0 , В) с использованием рассчитанных, при значениях поляризующего тока 3, 5 и 7А, коэффициентов пропорциональности K_1 и K_2 представлены в табл.2. Таблица 2 – Влияние экспериментального значения силы тока защиты (3, 5 и 7 А) на рассчитанные значения силы тока защиты (I_3 , А) при выбранных смещениях потенциала на забое скважины (U_0 , В) № СКВ

Рассчитанные значения силы тока защиты (I_3 , А) при выбранных смещениях потенциала на забое скважины (U_0 , В)	3 А	$U_0 = 0,1$	$U_0 = 0,2$
29П	1,08	2,16	3,913
0,76	1,52	4813Г	0,58
1,15	5А	29П	1,66
3,32	3913	1,39	2,78
4813Г	0,83	1,66	7А
29П	2,59	5,17	3913
1,93	3,85	4813Г	1,13
2,26			

Срок эксплуатации скважины влияет на величину удельного сопротивления покрытия обсадной колонны, что приводит к росту расчетного значения силы тока (табл. 2), необходимого для обеспечения заданного смещения потенциала на забое. Расчетное значение силы тока, необходимого для обеспечения заданного смещения потенциала на забое зависит также от тока поляризации, при котором проводились измерения. Это обусловлено тем, что величина тока поляризации

оказывает влияние на значения коэффициента K_1 , связывающего сдвиги потенциала на устье и на забое, а так же коэффициента K_2 , связывающего сдвиг потенциала на забое с током защиты. Для повышения точности расчета тока защиты необходимо чтобы экспериментальное значение тока поляризации были близки к значениям тока защиты, получаемым в результате расчета. Например, для скважины №29П при смещении потенциала на забое 0,1В по мере уменьшения тока поляризации (7А, 5А и 3А) разница между расчетными значениями тока защиты уменьшается (2,59; 1,66 и 1,08А). В работе [2] было установлено наличие анодных зон на участках обсадной колонны, на которых происходит перетекание тока через грунт с одного элемента колонны на другой, причем величина тока утечки в анодных зонах увеличивается при увеличении силы тока защиты. Это делает целесообразным выбор минимальной силы тока защиты, которая обеспечивает заданное смещение потенциала на забое скважины. Данные представленные в таблице 2 позволили предложить алгоритм расчета силы тока защиты. Экспериментальные исследования проводят при силе тока порядка 7А, затем при выбранном смещении потенциала на забое (U_0) рассчитывают силу тока защиты (I_z). Если расчетное значение силы тока меньше экспериментального (для скважины №3913, $I_z=7А$, $U_0=0,2В$, $I_z=3,85А$), то на следующем шаге в эксперименте используют меньшее значение поляризующего тока (для данного примера - значение поляризующего тока 5А, а расчетное значение тока защиты составит 3,85А). Эксперименты и расчеты проводят до тех пор, пока результаты не сблизятся (для данного примера при 3А расчетное значение тока защиты составит 1,52А), либо пока не будет достигнута минимальное значение тока защиты. Если рассчитанное значение превосходит, значение при котором проводились экспериментальные исследования, то на следующем шаге в эксперименте увеличивают плотность поляризующего тока.