



## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b>	<b>3</b>
<b>1. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ</b>	<b>3</b>
<b>2.1 ЗАПУСК УЭЦН</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1. ПОДГОТОВКА ОБОРУДОВАНИЯ СКВАЖИНЫ К ЗАПУСКУ</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2. ПУСК УЭЦН В РАБОТУ</b>	<b>4</b>
<b>2.1.3. ОБЯЗАННОСТИ МАСТЕРА БРИГАДЫ ТКРС (БУРИЛЬЩИК, СТАРШИЙ ОПЕРАТОР) ПЕРЕД ЗАПУСКОМ УЭЦН.</b>	<b>5</b>
<b>2.1.4. ОБЯЗАННОСТИ ЭЛЕКТРОМОНТЕРА ФИЛИАЛА «РИМЕРА-СЕРВИС-ПОВОЛЖЬЕ» ПЕРЕД ЗАПУСКОМ УЭЦН.</b>	<b>5</b>
<b>2.1.5. ОБЯЗАННОСТИ ОПЕРАТОРА ЦДНГ ПЕРЕД ЗАПУСКОМ УЭЦН</b>	<b>8</b>
<b>2.1.6. ОБЯЗАННОСТИ ОПЕРАТОРА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СКВАЖИН ПЕРЕД ЗАПУСКОМ УЭЦН</b>	<b>8</b>
<b>2.1.7. ПУСК, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВИЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА УЭЦН И ГЕРМЕТИЧНОСТИ НКТ.</b>	<b>8</b>
<b>2.1.8. ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ЗАПУСКУ УЭЦН В РАБОТУ</b>	<b>12</b>
<b>2.1.9. ЗАПУСК И ВНР СИЛАМИ СЕРВИСНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ</b>	<b>12</b>
<b>2.2. ВЫВОД НА РЕЖИМ СКВАЖИНЫ С УЭЦН.</b>	<b>13</b>
<b>2.2.1. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫВОДА</b>	<b>13</b>
<b>2.2.2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИТОКА ИЗ ПЛАСТА</b>	<b>16</b>
<b>2.2.3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ВЫВОДА СКВАЖИНЫ НА РЕЖИМ</b>	<b>16</b>
<b>2.2.4. ОСОБЕННОСТИ ВЫВОДА НА РЕЖИМ С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ</b>	<b>17</b>
<b>2.2.5. ОСОБЕННОСТИ ЗАПУСКА И ВЫВОДА НА РЕЖИМ ПРИ ОТСУТСТВИИ ИЛИ НЕИСПРАВНОСТИ АГЗУ</b>	<b>18</b>
<b>2.3. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ УЭЦН</b>	<b>19</b>
<b>2.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПРИ АВАРИЙНЫХ ОСТАНОВКАХ УЭЦН И НЕШТАТНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ</b>	<b>19</b>
<b>2.4.1. ОТКЛЮЧЕНИЕ УЭЦН ЗАЩИТОЙ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ПКИ</b>	<b>20</b>
<b>2.4.2. ОТКЛЮЧЕНИЕ УЭЦН ЗАЩИТОЙ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ ЗП</b>	<b>20</b>
<b>2.4.3. ОТКЛЮЧЕНИЕ УЭЦН ЗАЩИТОЙ ОТ СРЫВА ПОДАЧИ ЗСП</b>	<b>20</b>
<b>2.5. ЗАПУСК, ВЫВОД НА РЕЖИМ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УЭЦН С ТМС</b>	<b>21</b>
<b>2.7.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ УЭЦН С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ</b>	<b>23</b>
<b>3. МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ ЗАЩИТ</b>	<b>25</b>
<b>4 РАСКЛИНИВАНИЕ УЭЦН ПРИ ПОМОЩИ СУ С ЧР.</b>	<b>28</b>

## **ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящая Технологическая инструкция определяет порядок единых требований к запуску, выводу на режим и эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН.

### **ЦЕЛИ**

Настоящая Технологическая инструкция разработана с целью установления качественного ввода в эксплуатацию погружного оборудования в строгом соответствии с техническими условиями и руководства по эксплуатации УЭЦН заводов-изготовителей и обеспечение долговременной устойчивой работы этого оборудования в скважине.

### **ЗАДАЧИ**

Основными задачами настоящей Технологической инструкции является:

- Подготовка оперативно-ремонтного персонала по ремонту и обслуживанию электропогружных установок для проведения всех необходимых операций по запуску и выводу на режим скважин, оборудованных УЭЦН. Подготовка персонала заинтересованных организаций в производстве всех необходимых операций по запуску и выводу на режим;
- Обеспечение производства запуска и вывода на режим в строгом соответствии с требованиями технических условий заводов - изготовителей;
- Увеличения ресурса работы погружного электрооборудования

## **1. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

**АВР** – автоматический ввод резерва;

**АГЗУ** – автоматическая групповая замерная установка;

**ЗП** – защита от перегруза;

**ЗСП** – защита от срыва подачи;

**ЗУМПФ** – зона успокоения механических примесей и флюидов;

**КВЧ** – количество взвешенных частиц;

**КТПН** – комплектно-трансформаторная подстанция наружная.

**НКТ** – насосно-компрессорные трубы;

**НЭО** – наземное электрооборудование;

**ОПЗ** – обработка призабойной зоны;

**ПЗП** – призабойная зона пласта;

**ПКИ** – прибор контроля изоляции;

**ПЭД** – погружной электродвигатель;

**СКО** – соляно кислотная обработка;

**СП ЭПУ** – сервисное предприятие занимающееся прокатом, ремонтом и обслуживанием погружного и наземного оборудования электропогружных установок;

**СУ** – станция управления;

**ТКРС** – текущий и капитальный ремонт скважин;

**ТМПН** – трансформатор маслonaполненный повышающий наружный;

**ТМС** – телеметрическая система;

**УГАС, ГАИ** – устройства генерации акустических импульсов;

**ОПиУСО** – отдел подбора и учета скважинного оборудования;

**УП ЭПУ** – участок проката электропогружных установок;

**УЭ** – управление энергетики;

**УЭЦН** – установка электроцентробежного насоса;

**ФА** – фонтанная арматура;

**ЦДНГ** – цех добычи нефти и газа;

**ЧРП** – частотно-регулируемый преобразователь;

**ЧРФ** – часто ремонтируемый фонд.

## **2.1. ЗАПУСК УЭЦН**

В данном разделе Технологической инструкции описывается технология проведения запуска УЭЦН в работу с указанием ответственности и обязанностей персонала, участвующего в данном виде работ. Также перечислены ограничения по запуску оборудования и методы определения правильности вращения вала УЭЦН, герметичности НКТ.

### **2.1.1. ПОДГОТОВКА ОБОРУДОВАНИЯ СКВАЖИНЫ К ЗАПУСКУ**

До запуска УЭЦН филиалом «Римера-Сервис-Поволжье» выполняется комплектация наземного электрооборудования (НЭО) необходимой мощности в зависимости от типа погружного электродвигателя (ПЭД), завоз и монтаж НЭО на скважину, проверка оборудования в холостом режиме (после подключения к КТПН).

**Представителю филиала «Римера-Сервис-Поволжье» необходимо:**

- проверить соответствие мощности и напряжения ТМПН, СУ комплектуемой мощности и напряжению ПЭД (при необходимости произвести замену НЭО);
- проверить электрическое соединение станции управления и масляного трансформатора между собой, необходимое сечение жил кабеля рассчитывается до монтажа НЭО и его подключения на автомат необходимой мощности в КТПН в зависимости от расчетной токовой нагрузки, типа кабеля.
- произвести внешний осмотр наземного электрооборудования УЭЦН, особое внимание обратить на наличие заземления кабеля, СУ и ТМПН, на наличие масла в ТМПН;
- проверить СУ, ТМПН, клеммную коробку (при наличии) на функционирование, произвести протяжку болтовых соединений силовых токоведущих частей и присоединений к нулевой шине;
- проверить правильность чередования фаз в клеммной коробке (при наличии).

**Электромонтер филиала «Римера-Сервис-Поволжье» имеет право приостановить работы до устранения:**

- отсутствия или поломки полов, оградителей на площадке обслуживания СУ, ТМПН;
- отсутствия, нарушения контура заземления;
- несоответствия площадки обслуживания и расстановки оборудования ТМПН, СУ утвержденным схемам расстановки оборудования;
- отсутствия подъездных путей к площадкам с наземным оборудованием, для его замены;
- несоответствия напряжения питающей сети 380В (U<sub>мин</sub>=320В, U<sub>мах</sub>=440В с выдержкой по времени 10 сек.);
- несоответствие наземного электрического хозяйства требованиям ПУЭ, а также характеристикам УЭЦН (мощности, напряжения питания).

О выявленных нарушениях немедленно сообщить в ЦДНГ для принятия мер по устранению.

### **2.1.2. ПУСК УЭЦН В РАБОТУ**

После получения заявки от бригады ТКРС на запуск УЭЦН в работу, ЦДНГ ставит в известность о времени пуска установки диспетчерскую службу филиала «Римера-Сервис-Поволжье». При получении заявки от технологической службы ЦДНГ на запуск УЭЦН, обеспечивает выполнение данной заявки не позднее 2-х часов от заявленного времени. В случае задержки запуска в течение одного часа относительно заявки из-за не подготовки скважины к запуску, заявка подается вновь, составляется акт о готовности скважины.

Пробный запуск производится персоналом:

- прошедшим обучение, сдавшим экзамены и имеющим квалификационное удостоверение по основной профессии;
- допущенным к самостоятельной работе со вспомогательным оборудованием, имеющим квалификационную группу допуска по электробезопасности согласно функциональных обязанностей, прошедшим аттестацию по правилам безопасности в нефтегазодобывающей промышленности.

В состав комплексной группы по запуску УЭЦН входят:

- оператор по добыче нефти и газа не ниже 4 разряда;
- оператор по исследованию скважин филиала «Римера-Сервис-Поволжье»;
- электромонтер филиала «Римера-Сервис-Поволжье»
- мастер бригады ТКРС (ИТР подрядчика, бурильщик, старший оператор).

### **2.1.3. ОБЯЗАННОСТИ МАСТЕРА БРИГАДЫ ТКРС (БУРИЛЬЩИК, СТАРШИЙ ОПЕРАТОР) ПЕРЕД ЗАПУСКОМ УЭЦН.**

После окончания спуска необходимо определить сопротивление изоляции УЭЦН (не менее 1 МОм) до и после герметизации сальникового ввода. Свободный конец брони кабеля закрепляется на колонном фланце устьевого арматуры, под нижнюю гайку, прокладывается кабель от устья до клеммной коробки (при наличии), не допуская при этом его перекрутов, и изгибов радиусом менее 380 мм.

Заполнить разделы эксплуатационного паспорта УЭЦН «подготовка скважины», «спуск установки».

Передать заполненный эксплуатационный паспорт на УЭЦН электромонтеру филиала «Римера-Сервис-Поволжье»

Выполнить опрессовку всей подвески лифта НКТ давлением 60 атм. на герметичность с помощью агрегата ЦА-320 с представителем Заказчика, кроме скважин с УЭЦН без обратного клапана. НКТ считаются герметичными в случае снижения давления не более 5 атм. за 30 минут. В случае отсутствия герметичности запуск скважины производится по согласованию с заказчиком.

При необходимости немедленно устранить недостатки, выявленные в ходе опрессовки (пропуски по фланцевым соединениям, некомплектность крепежа ФА и т.д.).

### **2.1.4. ОБЯЗАННОСТИ ЭЛЕКТРОМОНТЕРА ФИЛИАЛА «РИМЕРА-СЕРВИС-ПОВОЛЖЬЕ» ПЕРЕД ЗАПУСКОМ УЭЦН.**

При отсутствии замечаний принять заполненный эксплуатационный паспорт УЭЦН от бригады ТКРС. Проверить состояние контура заземления, наличие видимой металлической связи между наземным оборудованием и контуром заземления, а также заземление брони погружного кабеля на фонтанной арматуре запускаемой скважины, контакты на ТМПН.

Произвести подготовку и подключение НЭО в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Проверить все электрические соединения силовой цепи, которые должны быть выполнены с учетом правильного чередования фаз, что обеспечит правильное направление вращения вала. Для этого использовать фазоуказатель, данный прибор позволяет определить правильность вращения (фазировки) УЭЦН до начала запуска установки в работу. Отсутствие данного прибора у электромонтеров является нарушением регламента при подготовке к запуску УЭЦН. **Ответственность за правильность определения направления вращения при запуске УЭЦН на ВНР возлагается на электромонтера филиала «Римера-Сервис-Поволжье».** Проверить состояние изоляции системы: кабель – ПЭД. Запуск УЭЦН с изоляцией менее 1 МОм производится после определения технических мероприятий и согласования с «РН-Оренбургнефть». В эксплуатационном паспорте делается запись с указанием ответственных лиц за запуск установки со сниженной изоляцией. При R-0 рекомендуется произвести подъем 1-й НКТ, проверить наличие мех.повреждений в месте разделки кабеля для кабельного ввода. При обнаружении мехповреждений произвести восстановление изоляции, повторный замер сопротивления изоляции. Ведущим технологом ЦДНГ по согласованию с ОПиУСО принимается решение о изменении глубины спуска.

Проверить питающее напряжение СУ, значения которого должно быть равным **380В+/- 10%**.

Произвести расчет необходимого напряжения на выходе ТМПН по формуле:

а) для СУ без ЧРП:

$$U_2 = (U_{пэд} + \Delta U) * (380 / U_1),$$

где U<sub>1</sub> - фактическое напряжение на первичной обмотке ТМПН;

U<sub>2</sub> - напряжение отпайки по вторичной обмотке ТМПН;

U<sub>пэд</sub> - номинальное напряжение ПЭД (по паспорту ПЭД);

ΔU - потери напряжения в кабельной линии;

380 - стандартное напряжение сети (по ГОСТ);

б) для СУ с ЧРП:

$$U_2 = [(U_{пэд} * FБ / 50) + \Delta U] * (380 / U_1),$$

где U1 - фактическое напряжение на первичной обмотке ТМПН, при базовой частоте;

U2 - напряжение отпайки по вторичной обмотке ТМПН;

Uпэд - номинальное напряжение ПЭД (по паспорту);

ΔU - потери напряжения в кабельной линии;

380 - стандартное напряжение сети (по ГОСТ);

fБ - базовая (опорная) частота станции управления.

Значения потерь напряжения на 1000 метров кабельной линии приведены в таблице 1. При определении потерь напряжения (ΔU) необходимо соответствующее значение из таблицы привести к общей длине кабеля (Lкаб.общ);

в) При номинальном напряжении первичной обмотки ТМПН, не равном 380 Вольт, расчет напряжения отпайки ТМПН пересчитать с учетом этого напряжения или установить промежуточный силовой трансформатор.

**Таблица 1**  
**Потери напряжения в кабеле**

ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЕ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ СЕЧЕНИЕМ 3X16 ММ., В (НА 1000 МЕТРОВ)				ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЕ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ СЕЧЕНИЕМ 3X21 ММ, В (НА 1000 МЕТРОВ)				ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЕ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ СЕЧЕНИЕМ 3X25 ММ, В (НА 1000 МЕТРОВ)				ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЕ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ СЕЧЕНИЕМ 3X33 ММ, В (НА 1000 МЕТРОВ)			
J НОМ ПЭД, А	ПЛАСТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °С			J НОМ ПЭД, А	ПЛАСТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °С			J НОМ ПЭД, А	ПЛАСТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °С			J НОМ ПЭД, А	ПЛАСТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °С		
	40-60	70-90	> 100		40-60	70-90	> 100		40-60	70-90	> 100		40-60	70-90	> 100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14,6	28	32	35	14,6	21	24	27	14,6	18	20	23	14,6	13	16	17
18	34	39	44	18	26	30	33	18	22	25	28	18	17	19	21
21	40	46	51	21	31	35	39	21	26	29	33	21	19	22	25
22	42	48	53	22	32	37	41	22	27	31	34	22	20	23	26
24	46	53	58	24	35	40	45	24	29	34	37	24	22	26	28
25	48	55	61	25	37	42	46	25	31	35	39	25	23	27	29
26	50	57	63	26	38	43	48	26	32	36	40	26	24	28	31
27	51	59	66	27	39	45	50	27	33	38	42	27	25	29	32
28	53	61	68	28	41	47	52	28	34	39	44	28	26	30	33
29	55	64	70	29	42	48	54	29	35	41	45	29	27	31	34
30	57	66	73	30	44	50	56	30	37	42	47	30	28	32	35
32	61	70	78	32	47	53	59	32	39	45	50	32	29	34	38
33	63	72	80	33	48	55	61	33	40	46	51	33	30	35	39
34	65	74	83	34	50	57	63	34	42	47	53	34	31	36	40
35	67	77	85	35	51	58	65	35	43	49	54	35	32	37	41
36	69	79	87	36	53	60	67	36	44	50	56	36	33	38	42
37	70	81	90	37	54	62	69	37	45	52	58	37	34	39	43
38	72	83	92	38	55	63	71	38	46	53	59	38	35	40	45
39	74	85	95	39	57	65	72	39	48	54	61	39	36	41	46
40	76	88	97	40	58	67	74	40	49	56	62	40	37	43	47
41	78	90	100	41	60	68	76	41	50	57	64	41	38	44	48
42	80	92	102	42	61	70	78	42	51	59	65	42	39	45	49
43	82	94	104	43	63	72	80	43	53	60	67	43	40	46	51

ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЕ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ СЕЧЕНИЕМ 3X16 ММ., В (НА 1000 МЕТРОВ)				ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЕ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ СЕЧЕНИЕМ 3X21 ММ, В (НА 1000 МЕТРОВ)				ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЕ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ СЕЧЕНИЕМ 3X25 ММ, В (НА 1000 МЕТРОВ)				ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЕ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ СЕЧЕНИЕМ 3X33 ММ, В (НА 1000 МЕТРОВ)			
J НОМ ПЭД, А	ПЛАСТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °С			J НОМ ПЭД, А	ПЛАСТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °С			J НОМ ПЭД, А	ПЛАСТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °С			J НОМ ПЭД, А	ПЛАСТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °С		
	40-60	70-90	> 100		40-60	70-90	> 100		40-60	70-90	> 100		40-60	70-90	> 100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
44	84	96	107	44	64	73	82	44	54	61	68	44	41	47	52
47	90	103	114	47	69	78	87	47	57	66	73	47	43	50	55
48	91	105	117	48	70	80	89	48	59	67	75	48	44	51	56
49	93	107	119	49	72	82	91	49	60	68	76	49	45	52	58
51	97	112	124	51	74	85	95	51	62	71	79	51	47	54	60
53	101	116	129	53	77	88	98	53	65	74	82	53	49	56	62
55	105	120	134	55	80	92	102	55	67	77	86	55	51	58	65
56	107	123	136	56	82	93	104	56	68	78	87	56	52	60	66
57	109	125	138	57	83	95	106	57	70	80	89	57	52	61	67
58	110	127	141	58	85	97	108	58	71	81	90	58	53	62	68
59	112	129	143	59	86	98	110	59	72	82	92	59	54	63	69
60	114	131	146	60	88	100	111	60	73	84	93	60	55	64	70
61	116	134	148	61	89	102	113	61	75	85	95	61	56	65	72
62	118	136	151	62	91	103	115	62	76	87	96	62	57	66	73
63	120	138	153	63	92	105	117	63	77	88	98	63	58	67	74
64	122	140	155	64	93	107	119	64	78	89	100	64	59	68	75
65	124	142	158	65	95	108	121	65	79	91	101	65	60	69	76
67	128	147	163	67	98	112	124	67	82	94	104	67	62	71	79
69	131	151	168	69	101	115	128	69	84	96	107	69	64	73	81
72	137	158	175	72	105	120	134	72	88	101	112	72	66	77	85
73,5	140	161	179	73,5	107	123	137	73,5	90	103	114	73,5	68	78	86
77,5	148	170	188	77,5	113	129	144	77,5	95	108	121	77,5	71	82	91
78,5	150	172	191	78,5	115	131	146	78,5	96	110	122	78,5	72	83	92
81	154	177	197	81	118	135	150	81	99	113	126	81	75	86	95
82	156	180	199	82	120	137	152	82	100	115	128	82	75	87	96
86,5	165	189	210	86,5	126	144	161	86,5	106	121	135	86,5	80	92	102
88	168	193	214	88	129	147	163	88	108	123	137	88	81	94	103
90,5	172	198	220	90,5	132	151	168	90,5	111	126	141	90,5	83	96	106
98	187	215	238	98	143	163	182	98	120	137	152	98	90	104	115
99	189	217	240	99	145	165	184	99	121	138	154	99	91	105	116
104	198	228	253	104	152	173	193	104	127	145	162	104	96	111	122
131	250	287	318	131	191	218	243	131	160	183	204	131	121	139	154
178	339	390	432	178	260	297	331	178	218	249	277	178	164	189	209

J НОМ ПЭД, А – номинальная сила тока погружного электродвигателя.

Переключатель отпаек ТМПН установить в положение, ближайшее к расчетному напряжению. При наличии ЧРП отпайку на ТМПН следует выставлять исходя из расчета кривой разгона соответствующей потребляемому напряжению максимальной предполагаемой частоте вращения ротора ПЭД, скорректировать кривую разгона и напряжение отпайки. Проверить функционирование СУ в холостом режиме. Перед запуском УЭЦН установить защиты электродвигателя в СУ. Удалить информацию из СУ о работе предыдущей погружной установке и записать новые данные с эксплуатационного паспорта,

произвести корректировку токов. При наличии системы промышленной телемеханики на скважине обеспечить подключение оборудования согласно принятым схемам. По результатам проделанной работы произвести заполнение соответствующих разделов эксплуатационного паспорта на УЭЦН.

#### **2.1.5. ОБЯЗАННОСТИ ОПЕРАТОРА ЦДНГ ПЕРЕД ЗАПУСКОМ УЭЦН**

Проверить состояние и работоспособность автоматической групповой замерной установки. В случае отсутствия или неработоспособности АГЗУ ответственность за качество вывода скважины на режим возлагается на ведущего технолога ЦДНГ.

Проверить состояние ФА, проверить наличие полного и качественного крепления фланцевых соединений, проверить наличие штуцера и удалить его, если он установлен. В случае если установлен регулируемый штуцер, выкрутить его до появления метки максимального диаметра.

Открыть запорную арматуру в АГЗУ и на ФА. Установить технический манометр на буферном тройнике ФА. Установить манометр на затрубное пространство согласно схеме обвязки. Установить пробоотборное устройство на вентиле манифольдной линии ФА.

#### **2.1.6. ОБЯЗАННОСТИ ОПЕРАТОРА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СКВАЖИН ПЕРЕД ЗАПУСКОМ УЭЦН**

Установить скважинный уровнемер на затрубную задвижку (полевую) ФА.

Определить статический уровень в скважине (результат записать в эксплуатационный паспорт). Статический и динамический уровень в скважине определяется с помощью уровнемера (эхолота). В зависимости от функциональных возможностей уровнемера необходимо записывать в оперативную память эхолота графики эхограмм для дальнейшей расшифровки и архивации. Рассчитать ориентировочное время появления подачи на устье скважины по формуле:

$$t = \frac{V_{\text{НКТ}} * 1440}{Q_{\text{НОМ}}}, \text{ мин};$$

где:  $V_{\text{НКТ}}$  – внутренний объем НКТ от устья до уровня жидкости, м<sup>3</sup>;

$Q_{\text{НОМ}}$  – номинальная производительность УЭЦН, м<sup>3</sup>/сут.

Внутренний объем 1 погонного метра НКТ диаметром 60мм принимается равным 2 литра, 73мм – 3 литра, 89 мм – 4,5 литров.

При отсутствии или не герметичности обратного клапана допускается использование данных по статическому уровню в затрубном пространстве. Данная формула не учитывает напорно-расходную характеристику насоса и вычисленное время появления подачи на устье скважины является максимальным ожидаемым.

Каждый работник, занимающийся запуском в работу УЭЦН после ремонта скважин, при выводе скважины на режим должен знать следующее:

- производительность и напор спущенной установки, ее рабочую зону;
- диаметр эксплуатационной колонны (внутренний объем колонны без НКТ и объем 1 п.м. затрубного кольцевого пространства) и НКТ, глубину спуска установки, давления насыщения;
- мощность ПЭД (кВт) и необходимый приток для его охлаждения;
- номинальную токовую нагрузку ПЭД и ток холостого хода;
- номинальное напряжение ПЭД и необходимое напряжение отпайки ТМПН;
- тип жидкости глушения и плотность раствора глушения.

Все выше перечисленные данные должны быть выданы перед запуском оператору по исследованию скважин технологом ЦДНГ.

#### **2.1.7. ПУСК, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВИЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА УЭЦН И ГЕРМЕТИЧНОСТИ НКТ.**

При пуске УЭЦН необходимо контролировать, чтобы установившийся рабочий ток не превышал номинального и не был близок к току холостого хода ( $I_{\text{р.х.}} < I_{\text{раб}} < I_{\text{ном}}$ ). В первоначальный момент пуска допускается кратковременное превышение рабочего тока над номинальным током ( $I_{\text{пуск}} > I_{\text{ном}}$ ). Быстрое падение пускового тока свидетельствует о нормальном запуске УЭЦН.

Токоизмерительными клещами измерить нагрузку ПЭД по фазам, измерительным прибором напряжение от КТПН до СУ и от ТМПН по высокой стороне напряжения, при необходимости внести корректировку в показания контроллера СУ. Действительные значения параметров работы УЭЦН

записать в эксплуатационный паспорт.

В случае срабатывания защиты ЗП, ЗСП, ПКИ после первого запуска УЭЦН разрешается произвести не более трех включений с интервалом времени 30 минут. При повторных срабатываниях защит дальнейшие работы производить согласно настоящей технологической инструкции.

При выводе скважины на режим и эксплуатации с помощью УЭЦН необходимо учитывать, что длительная безостановочная работа УЭЦН, без притока из пласта, необходимого для охлаждения ПЭД, недопустима. Время непрерывной работы и охлаждения ПЭД указано в таблице 2. При наличии системы погружной телеметрии, подтверждающий режим работы УЭЦН, допускается работа без остановки на охлаждение.

**Таблица 2**  
**Допустимое время работы ПЭД**

ТИПОРАЗМЕР ПЭД	ВРЕМЯ НЕПРЕРЫВНОЙ РАБОТЫ	ВРЕМЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЭД
УЭЦН с ПЭД мощностью до 32 кВт включительно	не более 2 часов	не менее 2-х часов
УЭЦН с ПЭД мощностью более 32 кВт, до 45 кВт включительно	не более 1 часа	
УЭЦН с ПЭД мощностью свыше 45 кВт	не более 30 минут	не менее 1,5 часов

Перед запуском УЭЦН убедиться в корректности показаний ТМС, расчёт давления произвести по формуле:

$$P = \frac{(H_{сп} - H_{дин}) \cdot \rho_{ж} \cdot g}{100} + P_{изб}$$

Где Ндин – динамический уровень, м;

Нсп – глубина спуска УЭЦН, м;

Рж – плотность жидкости глушения или средняя плотность жидкости по стволу;

g – ускорение свободного падения;

Ризб – избыточное давление в затрубном пространстве, атм.

Показания датчика температуры проверяются с учетом геотермического градиента (увеличение пластовой температуры на каждые 100 м спуска, для нашей местности примерно 2<sup>0</sup>).

Проверить визуально наличие подачи на устье скважины, а также прохождение скважинной жидкости до АГЗУ. Время появления подачи записать в эксплуатационный паспорт и в карту ВНР.

В случае запуска УЭЦН с низкого статического уровня, когда расчетное время появления подачи на устье скважины превышает максимально допустимое время работы ПЭД с притоком из пласта недостаточным для его охлаждения решение о времени работы и остановках УЭЦН на охлаждение принимает ведущий технолог ЦДНГ. В случае наличия в спущенной компоновке обратного клапана и его герметичности необходимо произвести долив жидкости в НКТ. При запуске скважины (без глушения) с низкого статического уровня если продукцией скважины является нефть с малым процентом обводненности (до 50 %) то допускается запуск УЭЦН без опрессовки лифта НКТ и долива водой для облегчения запуска и вывода на режим УЭЦН. Опрессовку НКТ в данном случае произвести с помощью установки после появления подачи.

После запуска УЭЦН необходимо определить правильность направления вращения вала ПЭД. Методика определения правильности направления вращения вала ПЭД зависит от расположения статического уровня в НКТ.

При высоком расположении уровня в НКТ запуск ЭЦН произвести на открытую манифольдную задвижку, зафиксировать время появления подачи на устье и рассчитать производительность ЭЦН (при глушении водой):

$$Q_{эцн} = \frac{V_{нкт} \cdot H_{ст} \cdot 1440}{1000 \cdot t}, \text{ м}^3/\text{сут};$$

где: Qэцн – производительность УЭЦН, м<sup>3</sup>/сут;

Vнкт – объём 1 погонного метра НКТ, л. Внутренний объём 1 погонного метра НКТ диаметром 60мм принимается равным 2 литра, 73мм – 3 литра, 89 мм – 4,5 литров.

Нст – статический уровень в затрубном пространстве скважины, метров;

t – время появления подачи на устье скважины после запуска УЭЦН, мин.

**Ответственность за правильность направления вращения вала ПЭД несет электромонтер филиала «Римера-Сервис-Поволжье».**

Для подтверждения информации выполнить кратковременный замер дебита по АГЗУ, который должен быть равен расчетной производительности ЭЦН по времени появления подачи на устье скважины. При запуске скважины после КРС без освоения, когда замер на АГЗУ не возможен из-за рисков, связанных с выносом продуктов реакции из пласта или высокого линейного давления, превышающего разрешенное для данного АГЗУ направление вращения определяется по загрузке УЭЦН и темпу отбора жидкости в затрубном пространстве. Скорость снижения динамического уровня приведена в таблицах 3-6.

**Таблица 3**  
Скорость снижения динамического уровня в скважине с D(диаметр) эксплуатационной колонны 139,7 мм в зависимости от типа УЭЦН и диаметра НКТ, метров

ТИП ЭЦН	5 МИНУТ			10 МИНУТ			20 МИНУТ			60 МИНУТ		
	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	4	5	6	7	9	12	15	18	24	44	53	71
20	7	9	12	15	18	24	30	37	48	91	107	145
30	11	13	18	23	27	36	45	53	72	136	160	215
35	13	16	21	26	31	42	53	62	84	158	187	252
50	19	22	30	38	44	60	75	89	121	226	267	362
80	30	36	48	60	71	97	121	142	193	362	427	580
125	47	56	75	94	111	150	189	223	300	566	668	901
160	60	71	96	121	142	192	241	285	383	725	855	1149
200	75	89	120	151	178	240	302	356	480	906	1068	1439
250	94	111	150	189	223	300	377	445	601	1132	1335	1802
400	151	178	240	302	356	480	604	712	960	1812	2137	2879
500	189	223	299	377	445	599	755	890	1198	2264	2671	3593

**Таблица 4**  
Скорость снижения динамического уровня в скважине с D(диаметр) эксплуатационной колонны 146,1 мм в зависимости от типа УЭЦН и диаметра НКТ, метров

ТИП ЭЦН	5 МИНУТ			10 МИНУТ			20 МИНУТ			60 МИНУТ		
	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	3	4	5	7	8	10	14	16	21	42	47	62
20	7	8	11	14	16	21	28	32	42	83	95	126
30	10	12	16	21	24	31	42	47	62	125	142	187
35	12	14	18	24	28	36	49	55	73	146	166	219
50	17	20	26	35	40	53	69	79	105	208	237	315
80	28	32	42	56	63	84	111	126	168	333	379	504
125	43	49	65	87	99	131	174	197	261	521	592	783
160	56	63	83	111	126	167	222	252	333	667	758	999
200	69	79	104	139	158	209	278	316	417	833	947	1252
250	87	99	131	174	197	261	347	395	522	1042	1184	1567
400	139	158	209	278	316	417	556	631	834	1667	1894	2503
500	174	197	260	347	394	521	694	789	1041	2083	2367	3124

**Таблица 5**  
Скорость снижения динамического уровня в скважине с D (диаметр) эксплуатационной колонны 168,3 мм в зависимости от типа УЭЦН и диаметра НКТ, метров

ТИП ЭЦН	5 МИНУТ			10 МИНУТ			20 МИНУТ			60 МИНУТ		
	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

ТИП ЭЦН	5 МИНУТ			10 МИНУТ			20 МИНУТ			60 МИНУТ		
	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	2	3	3	4	5	6	9	10	12	27	30	36
20	4	5	6	9	10	12	18	20	24	55	60	73
30	7	8	9	14	15	18	28	30	36	83	90	108
35	8	9	11	16	18	21	32	35	42	96	106	127
50	11	13	15	23	25	30	46	50	61	137	151	182
80	18	20	24	36	40	49	73	80	97	219	241	292
125	29	32	38	57	63	76	114	125	151	343	377	453
160	36	40	48	73	81	96	146	161	193	439	483	578
200	46	50	60	91	101	121	183	201	241	548	604	724
250	57	63	76	114	126	151	228	252	302	685	755	907
400	91	101	121	183	201	241	365	402	483	1096	1208	1449
500	114	126	151	228	252	301	457	503	603	1371	1510	1808

Таблица 6  
Скорость снижения динамического уровня в скважине с D (диаметр) эксплуатационной колонны 178,8 мм в зависимости от типа УЭЦН и диаметра НКТ, метров

ТИП ЭЦН	5 МИНУТ			10 МИНУТ			20 МИНУТ			60 МИНУТ		
	НКТ 60	НКТ 73	НКТ 89									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	2	2	2	4	4	5	8	9	10	24	26	29
20	4	4	5	8	9	10	16	17	20	48	52	60
30	6	6	7	12	13	15	24	26	30	71	77	89
35	7	8	9	14	15	17	28	30	35	83	90	104
50	10	11	12	20	22	25	40	43	50	120	130	149
80	16	17	20	32	35	40	64	70	80	192	209	239
125	25	27	31	50	54	62	100	108	124	299	324	371
160	32	34	39	64	69	79	127	138	158	381	413	473
200	40	43	49	80	86	99	159	173	197	477	518	592
250	50	54	62	100	108	124	199	216	247	598	648	742
400	80	86	99	159	173	197	318	345	395	955	1035	1185
500	99	108	123	199	215	246	397	431	493	1192	1292	1479

Допускается кратковременный запуск УЭЦН на обратном вращении с фиксированием параметров. При получении загрузки выше предыдущих показаний СУ и при более высоком темпе отбора жидкости из затрубного пространства оставить в работе УЭЦН на данном вращении с пометкой в эксплуатационном паспорте.

При низком расположении статического уровня в НКТ необходимо с помощью эхолота выполнить серию замеров увеличения давления и подъема жидкости по колонне НКТ на закрытую манифольдную задвижку ФА. При любом направлении вращения ПЭД ЭЦН продукцию подает, следовательно, давление в НКТ увеличивается, а уровень поднимается. По скорости подъема уровня жидкости в НКТ необходимо рассчитать производительность насоса и сделать заключение о правильности вращения ПЭД (если есть возможность отбить уровень в НКТ):

$$Q_{\text{ЭЦН}} = \frac{V_{\text{НКТ}} \cdot \Delta H \cdot 1440}{1000 \cdot t}, \text{ м}^3/\text{сут};$$

где: Q<sub>ЭЦН</sub> – производительность УЭЦН, м<sup>3</sup>/сут;

V<sub>нкт</sub> – объём 1 погонного метра НКТ, л;

ΔH – разность уровней жидкости в НКТ, м;

t – время между замерами уровня жидкости в НКТ, мин.

Внутренний объём 1 погонного метра НКТ диаметром 60мм принимается равным 2 литра, 73мм – 3

литра, 89 мм – 4,5 литров.

При правильном вращении вала ПЭД расчетный дебит должен соответствовать производительности спущенной УЭЦН (или быть выше).

В случае запуска и определения работы УЭЦН на обратном вращении необходимо остановить установку ЭЦН и дать время на охлаждение ПЭД не менее 30 минут, затем вновь запустить, изменив направление вращения путем изменения чередования двух фаз на ТМПН с составлением акта с указанием причин неправильной фазировки и проведенных мероприятий.

После появления подачи необходимо произвести опрессовку фонтанной арматуры и лифта НКТ давлением не более 60 атм. Косвенным показателем правильного вращения ПЭД является более быстрый рост развиваемого давления.

Если при правильном направлении вращения подача появляется позже расчетного ожидаемого (или не появляется вообще) и дебит УЭЦН меньше, то необходимо проверить герметичность НКТ и наличие в них свободного прохода. Для проверки герметичности лифта НКТ необходимо определить уровень жидкости в межтрубном пространстве. Далее необходимо увеличить буферное давление (задвигкой или регулируемым штуцером) до 60 атм. Во избежание создания избыточного давления при опрессовке, около СУ УЭЦН должен находиться электромонтер филиала «Римера-Сервис-Поволжье», который при возникновении опасности отключит УЭЦН по команде оператора. В АГЗУ скважину включить на замер, зафиксировать показания счетчика. Одновременно с замером дебита выполнить серию замеров изменения уровня и давления в кольцевом пространстве.

При негерметичном лифте НКТ подача на устье с ростом давления может прекратиться, а уровень и давление в кольцевом пространстве начнут увеличиваться, а при герметичном лифте НКТ объем продукции по АГЗУ (замер) соответствует объёму продукции по снижению уровня в кольцевом пространстве и отвечает производительности ЭЦН по напорной характеристике.

После производства пробного запуска и отсутствия замечаний по работе УЭЦН (т.е. параметры работы установки соответствуют вышеперечисленным критериям) электромонтеру филиала «Римера-Сервис-Поволжье». Необходимо произвести настройку защит СУ, заполнить соответствующие разделы эксплуатационного паспорта и передать его для дальнейшего вывода скважины на режим оператору ЦДНГ.

#### **2.1.8. ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ЗАПУСКУ УЭЦН В РАБОТУ**

**Запрещается** производить запуск установки в случае:

- неисправности фонтанной арматуры;
- сопротивления изоляции ниже 1 МОм (без согласования технологическими отделами производственного подразделения ОАО «Оренбургнефть») неисправности СУ и ТМПН;
- нет связи контроллера с ТМС, или не работает ТМСП.
- отсутствия данных в эксплуатационном паспорте о типоразмере УЭЦН и глубине спуска;
- отсутствия или нарушения контура заземления;
- несоответствия напряжения питающей сети (380 В +/-10%);
- превышения дисбаланса напряжений 10%-го предела
- Нст менее 300 м над приемом насоса или при показаниях ТМС 30 атм.
- Линейное давление выше разрешенного после открытия задвижек на ф/а
- Несоответствие по мощности КТПН, СУ, ТМПН, кабеля обвязки спущенному оборудованию.

В случае выявления вышеперечисленных факторов составляется акт с участием представителя ЦДНГ, сервисной организации согласно разграничения зоны ответственности, сервисной организации по ремонту скважин. В акте должны быть указаны причина, виновник, проведенные мероприятия, время заявки на запуск, время фактического запуска.

#### **2.1.9. ЗАПУСК И ВНР СИЛАМИ СЕРВИСНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Пробный запуск производится персоналом:

- прошедшим обучение, сдавшим экзамены и имеющим квалификационное удостоверение по основной профессии;
- допущенным к самостоятельной работе со вспомогательным оборудованием, имеющим квалификационную группу допуска по электробезопасности согласно функциональных обязанностей, сдавшим экзамены по правилам безопасности в нефтегазодобывающей промышленности.

В состав комплексной группы по запуску УЭЦН входят:

- оператор по добыче нефти и газа;
- оператор по исследованию скважин филиала «Римера-Сервис-Поволжье».
- электромонтер филиала «Римера-Сервис-Поволжье»;

- мастер бригады ТКРС (специалист подрядчика, бурильщик, старший оператор).

#### **Обязанности оператора ЦДНГ:**

- Проверить состояние и работоспособность автоматической групповой замерной установки;
- Проверить состояние фонтанной арматуры;
- Проверить наличие манометров согласно принятой схеме обвязки устья, при необходимости обеспечить их наличие;
- Производить замер добываемой продукции;
- Проверить наличие полного и качественного крепления фланцевых соединений;
- Проверить наличие штуцера и удалить его, если он установлен. В случае если установлен регулируемый штуцер, установить максимальный диаметр;
- Открыть запорную арматуру в АГЗУ и на фонтанной арматуре.

#### **Обязанности оператора по исследованию скважин филиала «Римера-Сервис-Поволжье»:**

- Определить статический уровень в колонне НКТ;
  - Установить скважинный уровнемер на затрубную задвижку ФА;
  - Определить статический уровень в скважине (результат записать в эксплуатационный паспорт, карту ВНР);
  - После проведения запуска выполнять работы по определению динамического (статического) уровня в скважине;
  - Определять линейное, затрубное, буферное давления;
  - Определять приток скважины из пласта по отбору и восстановлению уровня согласно данной инструкции;
  - рассчитывать Рпл и Рзаб по Нст и Ндин;
  - производить расчет пусковой частоты в зависимости от Нст в скважине и особенностей проведенного подземного ремонта;
  - проверять корректность показаний погружной телеметрии;
  - Принимать решения о дальнейшем ходе работ по ВНР скважины;
  - Все измеренные данные в ходе выполнения работ заносить в карту вывода на режим;
  - В случае возникновения ситуаций, не описанных настоящей инструкцией, работы производить по согласованию с центрально-диспетчерской службой филиала «Римера-Сервис-Поволжье».
- Оператор по исследованию скважин филиала «Римера-Сервис-Поволжье» должен знать:**
- производительность и напор спущенной установки, ее рабочую зону;
  - давление насыщения, газовый фактор, ожидаемый % воды.
  - диаметр эксплуатационной колонны (внутренний объем колонны без НКТ и объем 1 п.м. затрубного кольцевого пространства) и НКТ, глубину спуска установки;
  - мощность эл. двигателя (кВт) и необходимый приток для его охлаждения;
  - номинальную токовую нагрузку эл. двигателя и ток холостого хода;
  - минимально-допустимый уровень жидкости над приемом насоса (максимально-допустимое снижение динамического уровня при освоении – по согласованию с технологической службой ЦДНГ) должен быть не менее 300м;
  - номинальное напряжение ПЭД и фактическое, подаваемое на ПЭД.

**Ответственность за своевременность, качество запуска и вывода в режим скважины возлагается на филиал «Римера-Сервис-Поволжье», занимающегося запуском и выводом скважины на режим.**

Контроль за работами, выполняемыми при выводе в режим, возлагается на технологическую службу ЦДНГ. За технологической службой остается право корректировки работ. За внесенные изменения в ВНР скважин несет технологическая служба ЦДНГ.

## **2.2. ВЫВОД НА РЕЖИМ СКВАЖИНЫ С УЭЦН.**

В данном пункте рассматривается технология вывода на режим скважин оборудованных УЭЦН, методы определения притока из пласта и особенности ВНР скважин с применением ЧРП, без АГЗУ.

### **2.2.1. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫВОДА**

**Филиал «Римера-Сервис-Поволжье»** перед запуском консультируется с технологической службой ЦДНГ об ограничениях и особенностях вывода на режим скважины.

Основная задача состоит в недопущении перегрева ПЭД, удлинителя кабеля и обеспечении отключения УЭЦН при снижении динамического уровня до критического значения с учетом освоения скважины либо срыва подачи.

В процессе запуска и вывода на режим необходимо следить за показаниями амперметра и вольтметра до наступления установившегося режима работы ПЭД (I<sub>x.x.</sub><I<sub>раб.</sub><I<sub>ном.</sub>), обеспечить постоянный замер дебита в АГЗУ, регистрацию объема отобранной из скважины продукции.

В процессе вывода на режим необходимо осуществлять постоянный контроль следующих параметров:

- изменение уровня жидкости в скважине;
- дебит;
- буферное, линейное и затрубное давление;
- рабочий ток;
- первичное напряжение (напряжение с КТППН);
- сопротивление изоляции системы «кабель-ПЭД»;
- притока жидкости из пласта;+
- характеристику откачиваемой жидкости по пробам;
- давления, температуры и вибрации УЭЦН при наличии соответствующих датчиков ТМС.

Все параметры необходимо заносить в карту вывода скважины. После каждого замера рабочих параметров необходимо производить расчет притока жидкости из пласта до установления минимально достаточного для охлаждения ПЭД притока. Вывод скважин на режим без контроля до стабилизации работы, а также отсутствие или не заполнение карты вывода на режим, является нарушением технологии вывода на режим.

После откачки и визуального определения отсутствия в продукции скважины жидкости глушения необходимо производить ежедневный отбор пробы на КВЧ до его стабилизации.

На скважинах, где есть риск заклинивания УЭЦН (после ГРП, высокий КВЧ, большое содержание мех.примесей при демонтаже и разборе предыдущей установки), в целях предотвращения «залпового» выноса механических примесей, допускается производить ограничение дебита во время запуска штуцерованием либо ЧРП. При этом должны соблюдаться условия напорной характеристики и достаточного для охлаждения ПЭД притока из пласта. При соблюдении вышеназванных условий допускается работа установки без остановки на охлаждение.

Фиксация контрольных параметров (динамический уровень, давление, токовые параметры, дебит при наличии подачи) должна происходить со следующей периодичностью:

- Для ЭЦН производительностью до 125 м3/сут включительно: первый час работы – каждые 15 мин.; следующие 2 часа – каждые 30 мин.; дальнейшая рекомендуемая периодичность контроля параметров – 1 час, может меняться по усмотрению лица, ответственного за ВНР скважины.
- Для ЭЦН производительностью свыше 125 м3/сут: первые 30 мин работы – каждые 10 мин.; следующие 30 мин. работы – каждые 15 мин работы; следующие 2 часа - каждые 30 мин работы; дальнейшая рекомендуемая периодичность контроля параметров – 1 час, может меняться по усмотрению лица, ответственного за ВНР скважины.

При остановке УЭЦН (охлаждение, устранение неисправности и т.д.) обязательно снятие данных для построения КВУ с целью количественного определения притока жидкости из пласта. При этом следует придерживаться следующей периодичности: первые 30 мин простоя – каждые 5 мин., следующие 30 мин – каждые 10 мин простоя, дальнейшая периодичность рекомендуется каждые 30 мин по достижении момента, когда изменения уровня прекратятся либо, достигнут минимальных значений (10м за 30 мин). Наиболее информативными будут данные первых 30 минут простоя, т.к. они позволяют оценить приток жидкости из пласта при конкретно достигнутых при работе установки значениях депрессии.

Такая периодичность позволяет вести более полный контроль за работой УЭЦН, отбором жидкости из затрубного пространства, притока жидкости из пласта для принятия своевременных мер в случае необходимости, позволяет сократить время ВНР и количество остановок и запусков УЭЦН, что повышает надежность оборудования.

Построение КВУ при запуске УЭЦН целесообразно при наличии и герметичности обратного клапана. В случае не герметичности либо его отсутствия происходит слив жидкости с НКТ в межтрубное пространство, что вносит большую погрешность в результаты подсчета притока жидкости из пласта и не позволяет производить оценку достаточности скорости потока пластовой жидкости для охлаждения ПЭД при достигнутом динамическом уровне. **Расчет притока производится по формуле:**

$$Q = \Delta H * V * 24 * \left( \frac{60}{T} \right), \text{ м3/сут;}$$

где:  $\Delta H$  – восстановление уровня (разница уровней) за время  $T$ , м;

$V$  – объем межтрубного пространства в 1 метре, м3. По таблице 7;

$T$  – время восстановления, мин.

После остановки УЭЦН и при наличии турбинного вращения необходимо закрыть задвижку на выкидной линии.

Таблица 7  
Внутренний объем эксплуатационной колонны.

Наружный диаметр эксплуатационной колонны, мм	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр эксплуатационной колонны, мм	V (м3) участка 100 метров без НКТ	V* (м3) участка 100 метров с НКТ 60 мм.	V* (м3) участка 100 метров с НКТ 73 мм.	V* (м3) участка 100 метров с НКТ 89 мм.
139.7	6	127.7	1.28	0.95	0.81	0.61
	7	125.7	1.24	0.91	0.77	0.57
	8	123.7	1.20	0.87	0.73	0.53
	9	121.7	1.16	0.83	0.70	0.49
	10	119.7	1.13	0.79	0.66	0.46
	11	117.7	1.09	0.75	0.62	0.42
146.1	6.5	133.1	1.39	1.06	0.92	0.72
	7	132.1	1.37	1.04	0.90	0.70
	8	130.1	1.33	0.99	0.86	0.66
	9	128.1	1.29	0.95	0.82	0.62
	10	126.1	1.25	0.91	0.78	0.58
168.3	6.5	155.3	1.89	1.56	1.43	1.22
	7	154.3	1.87	1.53	1.40	1.20
	8	152.3	1.82	1.49	1.35	1.15
	9	150.3	1.77	1.44	1.31	1.10
	10	148.3	1.73	1.39	1.26	1.06
	11	146.3	1.68	1.35	1.21	1.01
178.8	7	164.8	2.13	1.80	1.67	1.46
	8	162.8	2.08	1.75	1.61	1.41
	9	160.8	2.03	1.70	1.56	1.36
	10	158.8	1.98	1.65	1.51	1.31
	11	156.8	1.93	1.60	1.46	1.26
	12	154.8	1.88	1.55	1.41	1.21

\* - с учетом плоского погружного кабеля сечением 3x16 мм.

Допускается снятие работы УЭЦН с постоянного контроля при условии изменения динамического уровня не более 50 метров за 12 часов, приток жидкости из пласта является достаточным для охлаждения ПЭД, значения токовых параметров соответствуют рабочим, значение дебита жидкости не ниже номинальной производительности насоса. Периодичность контроля над параметрами работы УЭЦН в этом случае должна быть не менее 2-х раз в смену до окончания вывода УЭЦН на режим. Настройка защит СУ УЭЦН должна обеспечивать отключение УЭЦН в случае возникновения внештатных ситуаций. Запуск при срабатывании защит и остановке УЭЦН на ВНР производится только в присутствии оператора по исследованию филиала «Римера-Сервис-Поволжье» после определения причин остановки и проведения необходимых мероприятий. Решение о снятии скважины с постоянного контроля принимается ведущим технологом ЦДНГ.

Допускается «автовывод» УЭЦН номинальной производительностью до 125 м3\сут включительно с применением СУ имеющих соответствующее программное обеспечение и подключенных к системе телемеханики, при этом в карте вывода записываются параметры скважины до установки «автовывода», параметры заданной программы «автовывода», расчёт ожидаемых и фактических параметров скважины по прибытию оператора.

Ответственность за заполнение карты вывода скважины на режим несет лицо, осуществляющее непосредственное выполнение работ на скважине. Контроль над правильностью и своевременностью заполнения карты вывода на режим возлагается на ведущего технолога ЦДНГ.

Ответственность за качество вывода скважины на режим возлагается на ведущего технолога ЦДНГ. В

случае ВНР УЭЦН силами сервисной организации ответственность за вывод возлагается на представителя сервисной организации, занимающегося выводом на режим.

## 2.2.2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИТОКА ИЗ ПЛАСТА

Оценка величины потока жидкости охлаждающего ПЭД (приток из пласта), определяется в процессе вывода на режим как разность между общим замером дебита жидкости по АГЗУ и темпом откачки (объемным расходом) жидкости из затрубного пространства, определяемым по таблице 4.

Приток рассчитывается:

$$Q_{пр} = Q_{ГЗУ} - (H_{д2} - H_{д1}) * V * 24 * \left(\frac{60}{T}\right), \text{ м}^3/\text{сут};$$

где:  $Q_{гзу}$  – дебит скважины замеренный по АГЗУ за время  $T$ , в пересчете на сутки, м<sup>3</sup>/сут;

$H_{д1}$  – начальный динамический уровень в скважине при определении притока, м;

$H_{д2}$  – конечный динамический уровень в скважине за время  $T$ , м;

$V$  – объем затрубного пространства, м<sup>3</sup> в 1м.;

$T$  - время исследования (откачки), мин.

Расчёт минимально допустимого дебита для охлаждения ПЭД при номинальной нагрузке производится по формуле:

$$Q_{перегрева} = \frac{\pi}{4} * \left( (D_{ЭК} - 2 * h_{ст})^2 - D_{ПЭД}^2 \right) * 0,0864 * v_{охл}, \text{ м}^3/\text{сут};$$

где:  $Q_{перегрева}$  – расчётный минимальный приток из пласта, необходимый для охлаждения погружного электродвигателя, м<sup>3</sup>/сут;

$D_{ЭК}$  – диаметр эксплуатационной колонны, мм;

$h_{ст}$  – толщина стенки эксплуатационной колонны, мм;

$D_{ПЭД}$  – диаметр погружного электродвигателя, мм;

0,0864 – коэффициент пересчёта, отн.ед;

$v_{охл}$  – скорость охлаждающей жидкости, м/с (согласно ТУ завода изготовителя для данного типа погружного электродвигателя)

Приток необходимый для охлаждения ПЭД при нагрузке ниже номинального значения считается по формуле:

$$Q_{прит} = Q_{перегрева} * \left( \frac{I_{раб}^2}{I_{ном}^2} \right), \text{ м}^3/\text{сут};$$

где:  $Q_{перегрева}$  – расчетный минимальный приток жидкости из пласта, необходимый для охлаждения ПЭД при номинальной нагрузке, м<sup>3</sup>/сут;

$I_{р}$  – рабочий ток ПЭД, А;

$I_{ном}$  – номинальный ток ПЭД, В;

$Q_{прит}$  – приток необходимый для охлаждения ПЭД при данной нагрузке, м<sup>3</sup>/сут.

## 2.2.3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ВЫВОДА СКВАЖИНЫ НА РЕЖИМ

Скважина считается вышедшей на установившийся режим работы, если ее дебит постоянен и соответствует рабочей характеристике насоса, токовые параметры работы ПЭД стабильны и не превышают номинальных значений, изменения динамического уровня не превышают 10 метров между тремя замерами (при обводненности 90 % и более), произведенными с интервалом не менее 12 часов, либо наблюдается рост динамического уровня, процент обводненности продукции одинаков в течение нескольких замеров. Еще одним критерием выхода скважины на режим считается условие равенности затрубного и линейного давлений ( $P_z = P_l$ ), которое соответствует большинству фонда скважин. Если в ЦДНГ есть скважины без давления, то технолог при выдаче план-задания на вывод на режим оператору обязан сделать об этом отметку. Подтверждение установившегося режима работы и контрольную проверку выполнять только в стандартных условиях.

Если в процессе вывода скважины на режим не удалось добиться расчётного притока из пласта, необходимого для стабильной работы УЭЦН, то проводятся работы по ограничению производительности УЭЦН. Ограничение производительности УЭЦН осуществляется следующими способами:

- Использование станций управления с частотно-регулируемыми приводами (понижение промышленной частоты тока). При этом минимально допустимый дебит, обеспечивающий охлаждение ПЭД, не должен

быть меньше рассчитанного и напор УЭЦН должен быть достаточным для подъема жидкости на поверхность.

- Использование штуцера на выкидном манифольде ФА. При использовании схемы штуцирования следует помнить, что ограничение отбора приводит к снижению К.П.Д. установки, то есть к дополнительному нагреву УЭЦН. Минимально допустимый дебит, обеспечивающий охлаждение ПЭД, не должен быть меньше рассчитанного. При этом следует производить расчет напора УЭЦН, затрачиваемого на подъем жидкости, т.к. увеличение буферного давления увеличивает расход необходимого напора. **Не допускается производить ограничение дебита запорной арматурой.**

Если штуцированием и с помощью частотного регулирования не удаётся добиться стабильного режима работы системы «скважина-УЭЦН», то следует переходить на работу в режим периодической откачки. Работа УЭЦН в режиме автоматического повторного включения (АПВ) должна производиться только по программе «работа/отстой», с обязательно включенным режимом ЗСП на случай сбоя программы или ухудшения коллекторских свойств пласта. Допускается работа в АПВ по минимальному давлению на приеме насоса при комплектации УЭЦН ТМС. Работа УЭЦН в режиме автоматического повторного включения по срыву подачи не допускается. При определении программы периодической работы УЭЦН необходимо учитывать следующие критерии:

- режим работы УЭЦН должен обеспечить заданную депрессию на пласт на протяжении времени его работы;
- время охлаждения УЭЦН между циклами откачки должно быть не менее 2-х часов (кроме режима КЭС);
- время работы УЭЦН при настройке программы АПВ не должно допускать остановки по срыву подачи (срабатывание защиты ЗСП).

Решение о дальнейшей эксплуатации УЭЦН, не вышедших на режимную работу, принимается начальником ОПиУСО.

По окончании вывода скважины на режим оператор ЦДНГ передаёт в технологическую службу ЦДНГ заполненный эксплуатационный паспорт и карту вывода, которые хранятся в архиве ЦДНГ до отказа УЭЦН и передачи её в ремонт.

#### **2.2.4. ОСОБЕННОСТИ ВЫВОДА НА РЕЖИМ С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Освоение и вывод на режим скважин сопровождается повышенным выносом механических примесей (незакрепленный проппант, пропнет, песок и пр.). Применение высокопроизводительных установок для добычи нефти характеризуется тяжелыми условиями работы: нагрев двигателя, кабеля в начальной стадии вывода (откачка жидкости глушения из затрубья при отсутствии притока), созданием высокой депрессии на пласт при работе от станции управления с номинальными параметрами УЭЦН, повышенным выносом механических примесей из пласта скважины.

**Запуск в работу и вывод на режим электропогружных насосов с применением регулируемого привода позволяет:**

- плавно запустить УЭЦН, уменьшая пусковые токи, менять направление вращения ПЭД без полной остановки привода (не на всех модификациях частотных приводов), на пониженных частотах обеспечивать щадящие режимы работы для кабеля и двигателя;
- добиться снижения депрессии на пласт путем ограничения (или сведения к минимальной) производительности насоса;
- производить вывод на режим автоматически по заданной программе с плавным увеличением частоты шагом от 0,1 Гц в период времени от 1 секунды до 2,5 часов, снижая возможность залпового выброса механических примесей (не на всех модификациях частотных приводов);
- производить запуск заклинившей установки методом «расклинки» в обоих направлениях вращения с различными настройками параметров привода (не на всех модификациях частотных приводов);
- временно повышать мощность электродвигателя насоса, путем повышения напряжения, что снижает рабочий ток и помогает насосу работать в ситуациях, когда содержание механических примесей превышает норму. Данный режим возможен без остановки двигателя путем изменения значения базовой скорости частотного преобразователя (не на всех модификациях частотных приводов).

Согласно результатам испытаний по термодинамике и вибродиагностике работа на частотах ниже промышленной частоты характеризуется меньшими значениями нагрева и вибрации погружного оборудования. Допускается продолжительная работа погружного двигателя в диапазоне частот 36-60 Гц, при условии обеспечения запаса мощности ПЭД (работа насоса с повышенной частотой вращения ротора). **При выводе на режим необходимо избегать резкого увеличения частоты, что влечет за собой массивный выброс КВЧ.**

Планируя выполнение работы с УЭЦН на разных частотах необходимо учитывать, что при изменении частоты изменяются параметры работы погружного насоса (закон «подобия»), а именно:

- производительность насоса ЭЦН** – изменяется линейно (прямо пропорционально изменению частоты);

$$Q=Q50 \cdot F/50, \text{ м}^3/\text{сут};$$

где: Q – расчетная подача, м<sup>3</sup>/сут;  
Q50 – номинальная подача при 50 Гц, м<sup>3</sup>/сут;  
F – расчетная частота, Гц.

- **напор насоса ЭЦН** – изменяется в квадратичной зависимости (относительно изменения частоты)

$$H=H50 \cdot (F/50)^2, \text{ м};$$

где: H – расчетный напор, м;  
H50 – номинальный напор при 50 Гц, м.

- **потребляемая насосом ЭЦН мощность** - изменяется в кубической зависимости (относительно изменения частоты)

$$N=N50 \cdot (F/50)^3, \text{ кВт};$$

где: N – расчетная мощность, кВт;  
N50 – номинальная мощность при 50 Гц, кВт.

- **мощность двигателя ПЭД** – изменяется линейно (прямо пропорционально изменению частоты).  
Перед запуском УЭЦН технолог ЦДНГ составляет технологическую программу вывода скважины на режим, где указывает:
  - начальную частоту запуска;
  - параметры набора частоты;
  - максимальную рабочую частоту.

При определении программы вывода на режим с помощью частотного привода необходимо принять во внимание информацию о предшествующей работе данной скважины (причины отказов погружного оборудования, наработки, осложнения).

При определении частоты, с которой необходимо запускать УЭЦН, необходимо учитывать статический уровень жидкости в скважине и определить минимальную рабочую частоту исходя из максимально развиваемого напора установки на данной частоте. При низком значении уровня в скважине запуск на минимальной частоте может не обеспечить подачу ЭЦН продукции на поверхность.

Для УЭЦН рассчитанных на эксплуатацию при промышленной частоте и близкой к ней (как в большую, так и меньшую сторону) необходимо производить запуск УЭЦН на расчетной частоте (в зависимости от Нст и Рбуф) при обязательном соблюдении условия достаточности напорной характеристики ЭЦН. При запуске УЭЦН необходимо контролировать рабочий ток, который должен быть не выше 80-85% от номинального тока, а в исключительном случае равным номинальному току.

Для подтверждения герметичности НКТ необходимо установить расчетную частоту в зависимости от уровня жидкости в затрубье скважины, учитывая увеличение буферного давления при опрессовке НКТ (1 атм. ~ 10 м напора).

После вывода скважины на установившийся режим работы с помощью частотного привода ведущим технологом ЦДНГ по согласованию с ОПиУСО принимается решение о дальнейшем повышении частоты и эксплуатации УЭЦН на более высокой частоте.

При интенсивной откачке на минимальной частоте, снижения динамического уровня до напорной характеристики на данной частоте, необходимо увеличение частоты с расчетом обеспечения УЭЦН необходимым напором.

Контроль над параметрами УЭЦН для скважин, пласт которых еще не заработал, производится с периодичностью в соответствии с производительностью УЭЦН до момента появления притока из пласта достаточного для охлаждения двигателя.

Вывод на режим с автоматическим плавным изменением частоты (программа) позволяет минимально увеличивать производительность установки, достичь стабилизации работы на каждом режиме. **Не рекомендуется изменять частоту более 3 Гц в сутки (суммарно).** Дальнейший вывод на режим и увеличение частоты производить исходя из изменения динамического уровня.

В случае высокого КВЧ, наличия механических примесей в рабочих органах предыдущего УЭЦН по результату разбора в целях предотвращения заклинивания УЭЦН, выпадения осадка на обратный клапан и в НКТ по согласованию с ОПиУСО допускается изменение частоты более 3 Гц в сутки для обеспечения УЭЦН необходимым напором.

Работу с частотно-регулируемым приводом необходимо осуществлять в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации частотного преобразователя персоналом, прошедшим обучение работы с данным оборудованием.

## **2.2.5. ОСОБЕННОСТИ ЗАПУСКА И ВЫВОДА НА РЕЖИМ ПРИ ОТСУТСТВИИ ИЛИ НЕИСПРАВНОСТИ АГЗУ**

На вновь вводимых, расконсервированных, бездействовавших скважинах и кустах, где отсутствует или не работает АГЗУ и нет возможности произвести замеры другим (переносным, передвижным) оборудованием, вывод всех без исключения УЭЦН необходимо осуществлять с помощью ЧРП (при наличии). Спуск УЭЦН желательно производить с датчиками телеметрии.

Принципы вывода таких скважин основаны на выполнении пунктов данной Технологической инструкции и расчете дебита скважины согласно зависимости дебита ЭЦН от напора (Q-H-характеристика), а также на контроле процесса вывода - ведущим технологом ЦДНГ не реже 3-х раз в сутки.

Выполнение операции опрессовки ЭЦН при запуске на расчетной частоте обязательно, это необходимо для определения правильности направления вращения ПЭД и герметичности лифта НКТ. После запуска УЭЦН необходимо выставить минимально необходимую расчетную частоту, но не ниже разрешенной – 40 Гц. Расчет необходимой частоты для вывода производится следующим образом:

- в зависимости от уровня жидкости в затрубном пространстве скважины рассчитывается **необходимый напор ЭЦН** по формуле:

$$H_n = H_d + (P_6 - P_3) \cdot 10, \text{ м};$$

где:  $H_n$  - необходимый напор ЭЦН, м.;

$H_d$  - уровень жидкости в затрубном пространстве скважины, м.;

$P_6$  - давление на буфере скважины, атм.;

$P_3$  - давление в затрубном пространстве скважины, атм.

- в зависимости от полученного значения необходимого напора ЭЦН, рассчитывается **необходимая частота** по формуле:

$$F = 50 \cdot \sqrt{\frac{H_n}{H_{эцн}}}, \text{ Гц}$$

где:  $H_{эцн}$  - развиваемый напор ЭЦН при номинальной подаче (паспортный), м.;

$H_n$  – необходимый напор, м.

В процессе дальнейшего вывода необходимо обязательно контролировать уровень КВЧ и периодически определять истинный  $H_d$  и соотносить развиваемый установкой напор с имеющейся на ЭЦН Q-H-характеристикой.

В дальнейшем в процессе вывода необходимо производить увеличение частоты до планируемой (расчетной) частоты определенной при подборе УЭЦН к данной скважине.

В случае снижения динамического уровня необходимо повышать частоту питающего напряжения до планируемой частоты. Темп увеличения частоты определяется условием избежания срыва подачи из-за недостаточности напора.

В случае если после выхода на планируемую частоту динамический уровень будет продолжать снижаться и произойдет срыв подачи по напору или по газу, необходимо произвести остановку ЭЦН и произвести замер восстановления уровня жидкости в затрубном пространстве и произвести расчет притока из пласта. По результатам расчета притока из пласта технолог ЦДНГ принимает решение о производстве 2-3 откаток до срыва подачи (процесс дренирования пласта), либо о переводе работы ЭЦН в периодический режим эксплуатации.

В случае если динамический уровень остается неизменным либо начинает расти, при этом наблюдается падение токовой нагрузки, необходимо повышать частоту питающего напряжения согласно параметров «быстрого разгона», до достижения промышленной частоты 50 Гц.

При достижении планируемой частоты необходимо производить дальнейший контроль  $H_d$ . В случае стабилизации или небольшом росте уровня можно считать УЭЦН выведенный в режим и соответственно необходимо настроить защиты на СУ.

### 2.3. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ УЭЦН

После 3-х суток (но не позднее 5 суток с учетом глубоких девонских скважин) работы скважины с УЭЦН в стабильном режиме электромонтер филиала «Римера-Сервис-Поволжье» по заявке представителя ЦДНГ, исходя из достигнутого рабочего тока, настраивает защиты СУ.

Все данные представители филиала «Римера-Сервис-Поволжье» заносят в эксплуатационный паспорт УЭЦН и в карту ВНР.

### 2.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПРИ АВАРИЙНЫХ ОСТАНОВКАХ УЭЦН И НЕШТАТНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Раздел описывает порядок выполнения работ по запуску скважин после отключения УЭЦН защитами ЗП, ЗСП, ПКИ и в нестандартных ситуациях.

#### **2.4.1. ОТКЛЮЧЕНИЕ УЭЦН ЗАЩИТОЙ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ПКИ**

Вызвать электромонтера филиала «Римера-Сервис-Поволжье». Необходимо проверить исправность и функционирование защиты контроля изоляции, ЗП, ЗСП. Необходимо отсоединить концы кабеля погружной установки от клемной коробки, протереть насухо и зачистить поверхность токоведущих жил погружного кабеля, замерить мегомметром сопротивление изоляции системы «кабель - ПЭД» и «СУ – клемная коробка» и определить наличие «звезды» системы «кабель - ПЭД», визуально проверить состояние кабеля от клемной коробки до устья скважины (оплавление, механические повреждения).

При отсутствии замечаний (наличие «звезды» системы «кабель - ПЭД», изоляция системы «кабель - ПЭД» и «СУ – клемная коробка» выше 1МОм, отсутствие оплавлений и механических повреждений кабеля на поверхности) необходимо определить техническое состояние НЭО и произвести повторный запуск УЭЦН.

При выявлении замечаний (отсутствие «звезды» системы «кабель - ПЭД», изоляция системы «кабель - ПЭД» и «СУ – клемная коробка» ниже 1МОм, оплавления и механические повреждения кабеля на поверхности) необходимо поставить в известность технологическую службу ЦДНГ. Дальнейшие работы производить по согласованию с технологической службой ЦДНГ и ОПиУСО.

Разрешается запуск УЭЦН с отключенной защитой ПКИ по согласованию с начальником ОПиУСО, с записью информации в эксплуатационном паспорте и указанием лица, который дал разрешение на запуск.

Подробно записать результаты проведенной работы в эксплуатационный паспорт и журнал выполнения заявок.

**Ответственность за определение причин срабатывание защиты несет представитель филиала «Римера-Сервис-Поволжье»**

#### **2.4.2. ОТКЛЮЧЕНИЕ УЭЦН ЗАЩИТОЙ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ ЗП**

Произвести пробный пуск. При отключении СУ защитой по перегрузу вызвать электромонтера филиала «Римера-Сервис-Поволжье». Проверить исправность и функционирование защиты контроля изоляции, ЗП, ЗСП. Проверить напряжение питания по фазам на низкой и высокой стороне трансформатора ТМПН.

Отсоединить концы кабеля погружной установки от клемной коробки, протереть насухо и зачистить поверхность токоведущих жил погружного кабеля, замерить мегомметром сопротивление изоляции системы «кабель - ПЭД» и «СУ – клемная коробка» и определить наличие «звезды» системы «кабель - ПЭД», визуально проверить состояние кабеля от клемной коробки до устья (оплавление, механические повреждения).

Если сопротивление изоляции более 1 МОм, провести запуск установки. Замерить токи по фазам токовыми клещами на высокой и низкой стороне ТМПН. Дисбаланс напряжений не должен превышать 10%, по току – 15%.

Проверить на соответствие показания амперметра и контролера СУ, при необходимости произвести корректировку показаний.

Проверить режим работы УЭЦН. Возможно изменение параметров подачи, динамического уровня, рост обводненности.

#### **2.4.3. ОТКЛЮЧЕНИЕ УЭЦН ЗАЩИТОЙ ОТ СРЫВА ПОДАЧИ ЗСП**

Произвести пробный пуск. При отключении СУ защитой по недогрузу вызвать электромонтера филиала «Римера-Сервис-Поволжье». Проверить исправность и функционирование защиты контроля изоляции, ЗП, ЗСП.

Проверить напряжение питания по фазам на низкой и высокой стороне трансформатора ТМПН, токи по фазам токовыми клещами на высокой и низкой стороне ТМПН. Дисбаланс напряжений не должен превышать 10%, по току – 15%.

Проверить на соответствие показания амперметра и контролера СУ, при необходимости произвести корректировку показаний.

Проверить динамический уровень. Сравнить с напорной характеристикой УЭЦН.

Произвести проверку исправности АГЗУ, замерить подачу жидкости из скважины в течение не менее 1 часа с одновременным измерением изменения динамического уровня в затрубном пространстве, буферное и затрубное давление, тока нагрузки по фазам и напряжения.

Проверить давление, развиваемое насосом при закрытой задвижке на выкидной линии. Не допускается превышение давления в НКТ больше 60 атм.

Результаты измерений проверить на соответствие паспортной напорной (зависимость Q-H) характеристике данного типоразмера УЭЦН. При несоответствии произвести проверку лифта НКТ на герметичность.

При снижении или прекращении подачи произвести обратную промывку через насос с одновременным запуском. После проведения работ по определению причин отключения защиты ЗСП, решение об эксплуатации УЭЦН (с изменением уставок СУ), или подъеме установки, принимает ведущий технолог ЦДНГ по согласованию с ОПиУСО.

## **2.5. ЗАПУСК, ВЫВОД НА РЕЖИМ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УЭЦН С ТМС**

Система погружной телеметрии (ТМС) предназначена для регистрации и передачи внешним устройством текущих значений следующих параметров:

- Давления на приеме насоса (давления масла электродвигателя);
- Температуры пластовой жидкости на приеме насоса;
- Температуры масла электродвигателя;
- Виброускорения (вибрации) электродвигателя в осевом и радиальном направлении.

При комплектации необходимым оборудованием позволяет регистрировать выносным датчиком температуру в любой точке ПЭД (при наличии соединительной линии); позволяет регистрировать производительность насоса (расход), давление и температуру жидкости на выкиде насоса (при наличии соответствующих погружных блоков).

Система погружной телеметрии состоит из двух блоков: наземного, чаще всего размещаемого внутри станции управления электроприводом насосной установки, и подземного, размещаемого в нижней части ПЭД.

Погружной блок (ТМСП) выполнен в виде герметичного цилиндра, устанавливаемого в основании электродвигателя. ТМСП. Через гермоввод подключается к общей точке статорной обмотки электродвигателя. Передача данных от погружного блока ТМСП к наземному блоку ТМСН производится по линии связи: «общая точка обмотки высокого напряжения ТМПН – силовой кабель – общая точка статорной обмотки ПЭД». Помимо измеряемых параметров передаются состав датчиков ТМСП и их характеристики. То есть наземный блок автоматически определяет, например, тип и диапазон измерения датчика давления, а также наличие прочих датчиков. В процессе работы во внутреннюю память ТМСН с периодичностью, заданной в уставках, производится запись значений всех параметров, измеряемых системой, а так же запись сообщений о сбоях в работе и вероятной причине неисправности.

Процесс измерения скважинных параметров может быть прерван по причине искажения измерительного сигнала, неисправности ТМСП, обрыва или короткого замыкания в цепи измерения. В этом случае ТМСН продолжает измерение параметра до первого удачного завершения измерения. Пока происходит измерение на табло контроллера СУ и в хронологию событий поступают нулевые значения параметров. Также причиной отсутствия измерений может быть большая величина напряжения помехи в нулевой точке звезды ПЭД (или ТМПН), что обычно является следствием снижения изоляции.

В зависимости от типа и завода-изготовителя ТМС могут меняться объемы настроек и функциональные возможности системы. Описанный принцип работы пассивных погружных датчиков с активной наземной системой используется практически во всех применяемых ТМС.

Контроль сопротивления изоляции необходимо производить строго следуя описанию операции в приложенном паспорте погружного блока, т.к. существуют ограничения по выходному напряжению во избежание выхода из строя системы.

После контроля сопротивления изоляции погружных блоков не допускается снимать остаточное напряжение замыканием вывода блока на корпус (на землю).

Остаточное напряжение следует снимать испытателем изоляции (мегомметром) в течение 10÷15 секунд, если такой режим работы предусмотрен его конструкцией. При использовании стрелочных мегомметров, не имеющих функции снятия остаточного напряжения, допускается разряжать испытываемую цепь переполюсовкой мегомметра. Т.е. плюсовой вывод мегомметра соединяется тс гермовводом, а минусовой – с корпусом.

Установка ТМС позволяет производить вывод скважины на установившийся режим работы с непосредственным контролем температуры обмотки ПЭД, что позволяет снизить количество остановок УЭЦН на охлаждение, а возможно и избежать их. Кроме того, контроль давления на приеме насоса позволяет контролировать динамический уровень на аппаратном уровне и выводить скважины на режим автоматически при применении интеллектуальных СУ либо останавливать УЭЦН при достижении заданных минимальных значений давления на приеме насоса или максимальной температуры обмотки ПЭД, учитывая тот факт, что ТМС находится в самой холодной части УЭЦН, уставки по температуре вводятся с учетом нагрева насоса.

Основные условия вывода на режим УЭЦН с ТМС:

- Кабельная линия комплектуется термостойким удлинителем с рабочей температурой изоляции 200 - 230 градусов;
- ТМС должна быть работоспособна и обеспечивать возможность контроля над показаниями температуры

и давления, виброускорения на всём этапе вывода на режим и дальнейшей эксплуатации.

Ограничения по запуску УЭЦН с ТМС в работу:

- Необеспеченная работоспособность ТМС (отсутствие, либо искажение показаний);
- Несоответствие фактически спущенного комплекта УЭЦН заявленному;
- Несоответствие (несовместимость) НЭО к фактически спущенной ТМС;
- Сопротивление изоляции УЭЦН с ТМС ниже 5 МОм.

Перед началом работ по запуску скважины из ремонта, ответственным специалистам ЦДНГ, базы сервисной организации, оказывающей услуги по ремонту и обслуживанию НЭО, бригад ТКРС предпринять все меры по устранению причин запрещающих запуск УЭЦН в работу. В случае невозможности оперативного устранения вышеуказанных ограничений решение о запуске согласовывается технологической службой ЦДНГ с ОПиУСО.

При запуске УЭЦН с ТМС к обязанностям электромонтера добавляется комплектация СУ ТМСН, настройка согласования аппаратов, обеспечение правильности передаваемых ТМСП показателей и их индикацию на контроллере СУ. Дополнительно проводятся следующие операции:

- Проверка сопротивления изоляции УЭЦН с ТМС в соответствии со схемами, разработанными заводом-изготовителем ТМС (паспорт, руководство по эксплуатации ТМС);
- Установка ТМСН в СУ в соответствии с типом ТМСП;
- Подключение ТМСН к СУ, обеспечение верной индикации данных с ТМСН на контроллере в СУ. Совместно с оператором, производящим ВНР, проверить правильность показаний ТМС по нижеописанным методам.

Произвести в контроллере СУ активацию защит по показаниям ТМС.

К обязанностям оператора, производящего ВНР (оператор ЦДНГ или оператор-выводник сервисной организации) добавляется необходимость совместно с электромонтером проверки перед запуском УЭЦН правильности показаний ТМС. Проверка производится сравнением расчетных параметров с индицируемыми на контроллере СУ.

Давление на приеме УЭЦН рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{(L_{\text{спуска}} - L_{\text{Ндин}}) * \rho_{\text{ж}}}{10} + P_{\text{затр}}, \text{ атм.};$$

где:  $L_{\text{спуска}}$  - вертикаль глубины спуска УЭЦН, м;

$L_{\text{Ндин}}$  - вертикаль глубины уровня динамического либо статического., м;

$P_{\text{затр}}$  – затрубное давление, атм.;

$\rho_{\text{ж}}$  - плотность нефтяной жидкости (смеси), с учетом глушения скважины кг/м<sup>3</sup>,

При использовании данной формулы перед запуском УЭЦН в работу плотность жидкости берется равной плотности жидкости глушения. Если скважина не глушилась, то плотность жидкости с учетом жидкости долива или средняя по стволу скважины определяется по формуле:

$$\rho_{\text{ж}} = \rho_{\text{в}} \cdot \frac{n_{\text{в}}}{100} + \rho_{\text{н}} \cdot \left(1 - \frac{n_{\text{в}}}{100}\right)$$

Допускается расхождение расчётного давления с фактическими показаниями ТМС до 10% за счет погрешности в определении динамического уровня и плотности жидкости гидростатического столба.

Температуру в зоне УЭЦН ориентировочно рассчитать по формуле:

$$T_{\text{Лспуска}} = T_{\text{пл}} - (L_{\text{и.п.}} - L_{\text{спуска}}) * 0,03, (\text{°C})$$

где:  $T_{\text{пл}}$  – пластовая температура, ОС;

$L_{\text{и.п.}}$  – вертикаль глубины интервала перфорации, м;

$L_{\text{спуска}}$  – вертикаль глубины спуска УЭЦН, м;

0,03 – температурный градиент в скважине, который составляет 2-2,5 градуса на 100м.

При наличии более одного датчика температуры на ТМС в зоне спуска УЭЦН показания перед запуском должны быть одинаковыми.

В случае корректности показаний ТМС по результату сверки зафиксировать показания статических температуры и давления в карте ВНР и эксплуатационном паспорте.

В случае большого расхождения данных ТМС и расчетных данных по температуре и давлению на приеме насоса электромонтеру сервисной организации необходимо проверить оборудование. Для этого автономным наземным блоком проверяется передача данных с ТМСП. Автономный наземный блок предназначен для оперативной проверки работоспособности погружных блоков и, в отличие от ТМСН, не имеет функции измерения сопротивления изоляции. Производится опрос состояния погружных датчиков, снятие параметров. Полученные данные позволяют оценить работоспособность погружных

датчиков и сделать вывод об исправности погружного блока.

Наземный блок проверяется имитатором погружного блока. Он предназначен для проверки работоспособности ТМСН и правильности настройки соответствующих входов контроллера СУ. Имитатором на ТМСН в разных режимах передаются строго заданные параметры, имитирующие показания погружного блока. По правильности индикации параметров делаются выводы об исправности ТМСН. В случае выявления неправильной индикации электромонтером проверяется правильность подключения и настройки входов контроллера СУ. При неизменной индикации после проверки делается вывод о неисправности ТМСН. Электромонтер производит замену блока на исправный. В случае повтора некорректности параметров электромонтером производится проверка согласования контроллера СУ и ТМСН. Проверка блоков имитаторами производится только с отключенным напряжением.

При выводе на режим и дальнейшей эксплуатации скважины с исправной ТМС динамический уровень следует определять по данным погружных датчиков. В отличие от традиционного метода (эхолотирования), метод расчета по данным ТМС имеет более низкую погрешность, т.к. влияние оказывает погрешность в определении плотности жидкости гидростатического столба и низкая погрешность датчиков ТМСП. При эхолотировании кроме погрешности прибора влияние на точность данных оказывает влияние зависимость скорости звука от межтрубного давления и состава газа, а также возможное пенообразование.

При расчете динамического уровня по давлению на приеме насоса производится расчет высоты гидростатического столба жидкости, создающего давление по формуле:

$$H_{\text{ногр}} = \frac{(P_{\text{датч}} - P_{\text{затр}}) \cdot g}{\rho_{\text{НЕФТИ}}}, \text{ м};$$

где:  $P_{\text{датч}}$  – давление на приеме насоса, атм.;

$P_{\text{затр}}$  – замеренное затрубное давление, атм.;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>. Для упрощения расчета принимается равным 10 м/с<sup>2</sup>;

$\rho_{\text{НЕФТИ}}$  – плотность пластовой нефти, кг/см<sup>3</sup>.

По результату при известной глубине спуска УЭЦН определяется динамический уровень.

При остановке УЭЦН по причине «нет связи с ТМС», отсутствия показаний какого-либо датчика ТМСП электромонтером филиала «Римера-Сервис-Поволжье» определяется причина отказа оборудования. Необходимо проверить состояние и работоспособность ТМСН и ТМСП имитаторами блоков, убедиться в правильности настройки согласования ТМСН с СУ, при необходимости произвести замер напряжения помехи, оно должно быть не больше максимально установленного заводом-изготовителем. При необходимости производится замена или настройка НЭО. При подтверждении неработоспособности ТМСП составляется двусторонний акт с представителем ЦДНГ с обязательным указанием причин отказа, выполненных мероприятий. Оригинал акта подшивается к эксплуатационному паспорту. В эксплуатационном паспорте делается запись об отказе ТМС с датой отказа и причиной.

**Ответственность за правильность и корректность определения причин неработоспособности ТМС лежит на филиале «Римера-Сервис-Поволжье»** Ответственность за контроль проведения работ несет ведущий технолог ЦДНГ.

## **2.7.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ УЭЦН С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ**

Эксплуатация УЭЦН с помощью частотно-регулируемого привода позволяет преследовать следующие цели:

- достижение максимального дебита скважины за счет оптимизации работы погружного оборудования;
- принятие решения о дальнейшей оптимизации скважин за счет спуска большего типоразмера УЭЦН (если при достижении максимальной частоты не выбран потенциал скважины);
- сохранить работоспособность погружного оборудования.

**При повышении частоты питающего напряжения необходимо учитывать** зависимости изменения параметров погружного оборудования (закон подобия). Ограничивающими факторами при повышении частоты являются:

- запас мощности погружного двигателя – при повышении частоты мощность изменяется линейно, в то время, когда потребляемая насосом мощность изменяется с кубической зависимости, и наступает момент, когда двигатель не сможет выдать необходимую насосу мощность (вырастет ток и произойдет остановка по перегрузу);
- прочность валов погружной системы – при повышении частоты растет нагрузка на вал (т.к. меняется напор, производительность, и момент сопротивления вращению вала) и, выбрав погружной двигатель с большим запасом по мощности имеется риск скручивания вала, особенно при наличии в перекачиваемой жидкости механических примесей (эффект подклинивания);

- глубина спуска УЭЦН – при повышении частоты в квадратичной зависимости увеличивается напор насоса и существует риск, что напор может превысить глубину спуска УЭЦН и произойдет остановка по недогрузу (когда насос откачает всю жидкость до приема насоса и перейдет в режим холостого хода).

**При понижении частоты ограничивающими факторами являются:**

- напор насоса – при снижении частоты напор насоса ЭЦН снижается в квадратичной зависимости и может произойти момент, когда энергии насоса (напора) не хватит, чтобы поднять столб жидкости с динамического уровня и произойдет срыв подачи и остановка УЭЦН от срабатывания защиты по недогрузу (ЗСП).
- минимально допустимая частота для погружных систем (рекомендуемая заводами-изготовителями) составляет 35Гц
- максимальная частота для погружных систем:
  - ♦ для УЭЦН отечественного производства – 60 Гц;
  - ♦ для УЭЦН импортного производства – 70 Гц.
- максимально возможное напряжение питания ПЭД – при повышении частоты необходимо повышать напряжение, подаваемое на двигатель с учетом потерь в кабельной линии, потому что может наступить момент, когда при увеличении частоты вырастет ток и произойдет остановка по перегрузу. Учитывая ограничивающие факторы при повышении частоты, максимальной частотой для работы с УЭЦН считать частоту, при которой рабочий ток не превышает номинальные значения. До принятия решения по «раскрутке» скважин необходимо оценить следующие критерии:
  - максимально возможные токовые нагрузки на наземное электрооборудование;
  - максимально возможные нагрузки на автомат в трансформаторной подстанции;
  - сечение силового кабеля по стороне 0,4 кВ для работы с необходимыми нагрузками;
  - текущую и ожидаемую загрузку трансформаторной подстанции 35/6 кВ;
  - текущую и ожидаемую загрузку кустовой трансформаторной подстанции КТППН 6/0,4 кВ;
  - столб жидкости над приемом насоса должен быть достаточным для обеспечения работы УЭЦН без срыва подачи;
  - содержание механических примесей в перекачиваемой жидкости при работе на повышенных частотах не должно превышать значений, заданных заводом-изготовителем согласно исполнения установки; режим работы УЭЦН по токовым характеристикам должен быть стабильным (отсутствие скачков тока характерных подклиниванию насоса или прорывам газа);

Уровень токовых нагрузок УЭЦН не должен быть близким к значению уставки защиты по перегрузу (ЗП). В этом случае необходимо выполнить оптимизацию выходного напряжения на повышающем трансформаторе (подобрать оптимальное напряжение, при котором значение тока минимально). Напряжение на трансформаторе должно быть рассчитано исходя из напряжения, необходимого для двигателя и потерь напряжения в кабельной линии, относительно глубины спуска УЭЦН.

При оптимизации скважин выделяются следующие технологические фазы:

- **Разгон** – работа УЭЦН по определенной программе в сторону увеличения рабочей частоты;
- **Отработка** – временное прекращение разгона при достижении определенной частоты для снятия контрольных параметров (замеры дебита и КВЧ производить в период после непрерывной отработки в период от 6 до 12 часов);
- **Стабилизация** – прекращение разгона на определенном уровне при ухудшении режима работы или выносе КВЧ до возвращения параметров в нормальный режим;
- **Оптимальный режим** – режим, при котором достигнут оптимальный режим по дебиту и частоте;
- **Отход** – снижение рабочей частоты ниже ранее достигнутой, вследствие остановок УЭЦН по срабатыванию защит, резкого ухудшения режима работы или залповом выносе КВЧ.

Темпы разгона обозначены следующими условиями:

- **Нормальный разгон** – программа разгона (3Гц в сутки). Критерии применения:
  - ♦ режим работы УЭЦН стабильный (токовые нагрузки ровные);
  - ♦ высота столба жидкости над приемом насоса более 400 м.;
  - ♦ стабильный вынос или отсутствие мех.примесей, не превышающий критических значений.
- **Осторожный разгон** – программа разгона 0.1Гц/7200сек – 0,1Гц/5400сек (1 – 1,5 Гц в сутки). Критерии применения:
  - ♦ режим работы УЭЦН удовлетворительный (колебания токовых нагрузок не приводят к остановке УЭЦН по недогрузу (ЗСП) или перегрузу (ЗП));
  - ♦ высота столба жидкости над приемом насоса более 400 м.;
  - ♦ стабильный вынос или отсутствие мех.примесей, не превышающий критических значений
- **Быстрый разгон** (до ранее достигнутой рабочей частоты) – программа разгона 0.1Гц/120-360сек (1Гц за 20 мин - 1Гц за 60 мин). Критерии применения:
  - ♦ применяется для быстрого возврата на рабочую частоту после текущих или плановых отключений УЭЦН при стабильном режиме работы до остановки (токовые нагрузки ровные).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМЫЙ ДЕБИТ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЭД**

Габарит двигателя	Кол-во ступеней	Мощность двигателя, кВт	Скорость охлаждающей жидкости, не менее, м/сек	Дебит, м <sup>3</sup> /сут	
				Диаметр колонны	
				146	168
117	1	12	0,02	5	12
117	1	16	0,02	5	12
117	1	22	0,05	13	30
117	1	25	0,05	13	30
117	1	28	0,06	15	36
117	1	32	0,06	15	36
117	1	40	0,07	18	42
117	1	45	0,08	20	48
117	1	50	0,1	25	60
117	1	56	0,12	30	72
117	1	63	0,15	38	90
117	1	70-180	0,3	76	179
117	2	125-180	0,3	76	179
103	1	16	0,02	9	16
103	1	22	0,05	23	40
103	1	28-40	0,06	28	48
103	1	45	0,08	37	65
103	1	63	0,11	51	89
103	1	70-180	0,13	60	105

**3 МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ ЗАЩИТ.**  
**Настройка защиты от перегрузки.**

Защита от перегрузки необходима для остановки электродвигателя при работе с рабочими токами, превышающими номинальные, с целью предотвращения перегрева ПЭД и электропробоя обмотки статора. Настройка защиты от перегрузки осуществляется перед запуском УЭЦН. Настройка защиты от перегрузки осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации станции управления.

Для станций управления не имеющих контроллера значение уставки по ЗП определяется по формуле:

$$\text{ЗП} = I_{\text{ном.}} / K_{\text{тр.}}$$

где: ЗП – значение уставки на ИП (индикаторе потенциометра),  
 $I_{\text{ном.}}$  – номинальный ток двигателя, А;  
 $K_{\text{тр.}}$  – коэффициент трансформации трансформаторов тока.

Для станций управления с микропроцессорным управлением (контроллером) значение уставки ЗП определяется по формуле:

$$\text{ЗП} = 1,10 * I_{\text{ном.}}$$

где: ЗП – значение уставки на ИП (индикаторе потенциометра),  
 $I_{\text{ном.}}$  – номинальный ток двигателя, А.

Значение уставки времени срабатывания ЗП – 60 секунд.

**Подбор оптимального напряжения.**

Оптимальное напряжение на выходе повышающего трансформатора подбирается после откачки раствора глушения и выхода УЭЦН на установившийся режим работы. Подбор осуществляется пошаговым снижением напряжения, т.е. переключением отпаек трансформатора. В процессе снижения напряжения, обязательным является, контроль рабочего тока ПЭД, в случае увеличения тока вернуть переключатель отпаек ТМПН в предыдущее положение.

**Настройка защиты от срыва подачи.**

Перед настройкой ЗСП должны быть выполнены следующие операции:

- подбор оптимального напряжения ПЭД;
- проверка наличия в станции управления УЭЦН ячейки ЗСП с предварительной индикацией отключения. УЭЦН работает в нормальном режиме, когда приток приблизительно равен номинальной производительности установки, а динамический уровень стабилен ( $H_d = \text{const}$ ). В таких условиях рабочий ток  $I_{\text{раб}}$ , потребляемый ПЭД должен быть постоянен.

В случае, нестабильного притока жидкости, динамический уровень может опуститься до критического уровня, когда развиваемый насосом напор будет недостаточен для преодоления гидростатического давления столба жидкости в НКТ. В этом случае насос перестает перекачивать жидкость и работает в холостую. Это явление называется срывом подачи. Срыв подачи может быть вызван и другими причинами:

- большое содержание свободного газа на приеме электроцентробежного насоса;
  - засорение НКТ, обратного клапана или проточных каналов в насосе;
  - неисправность устьевой арматуры или нефтесборных коллекторов (отсутствие прохода).
- В случае срыва подачи, происходят явления, негативно влияющие на работоспособность УЭЦН:
- отсутствие движения жидкости вдоль ПЭД приводит к его повышенному нагреву;
  - КПД насоса  $\eta=0\%$ , при этом потребляемая насосом мощность обычно не ниже 50% от номинальной. В условиях отсутствия подачи все энергия, потребляемая насосом, расходуется только на нагрев насоса и окружающей его жидкости;
  - нагрев жидкости в насосе может приводить к локальному парообразованию, что в свою очередь провоцирует сухое трение в рабочих деталях насоса и их повышенный износ.

Обычно срыв подачи сопровождается такими последствиями, как плавление кабеля, нарушение герметичности гидрозащиты, электропробой изоляции обмотки статора ПЭД.

Для предотвращения таких явлений в СУ предусмотрена защита от срыва подачи (ЗСП). Поскольку при срыве подачи потребляемая мощность существенно ниже, чем в нормальном режиме работы, работа ЗСП основана на контроле потребляемого тока. В случае достижения критически низкого значения тока СУ отключает УЭЦН. В связи с этим ЗСП иногда называют защитой от недогруза.

#### Проверка работоспособности защиты по срыву подачи.

Работоспособность защиты по срыву подачи (ЗСП) проверяется при закрытой манифольдной задвижке на ФА. Давление опрессовки при проверке работоспособности ЗСП не должно превышать 60 атм.

Минимальный динамический уровень, с которого можно производить проверку ЗСП рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{дин}} = R_{\text{нас}} - 600(\text{м}), \text{ м};$$

где:  $R_{\text{нас}}$  - напор УЭЦН, м.

Ожидаемое давление, которое разовьет при опрессовке насос в зависимости от динамического уровня можно определить по формуле:

$$P_{\text{буф}} = (P_{\text{нас}} - H_{\text{дин}}) / 10 + P_{\text{зат}}, \text{ кгс/см}^2.$$

#### Настройка ЗСП путем расчетов по току холостого хода ПЭД.

Данный метод предполагает установку защиты, учитывая ток холостого хода двигателя  $I_{\text{х.х}}$ . значение, которого устанавливается в ходе испытаний, и указывается в эксплуатационном паспорте УЭЦН. Для настройки защиты необходимо:

- уточнить значения  $I_{\text{х.х}}$  и  $I_{\text{раб}}$ . Значение рабочего тока фиксируется на амперметре (ШГС5805) или дисплее контроллера;
- помнить что ток холостого хода двигателя после подбора оптимального напряжения ( $U_{\text{дв.опт}}$ ) будет отличаться от паспортных данных. Фактическая величина  $I_{\text{хх}}$  при  $U_{\text{дв.опт}}$ . рассчитывается по приближенной формуле:

$$I_{\text{хх}} \approx I_{\text{хх ном.}} * \left( \frac{2U_{\text{дв.опт.}}}{U_{\text{дв.ном.}}} - 1 \right), \text{ А};$$

где:  $I_{\text{хх}}$  - ток холостого хода при напряжении, отличном от номинального;

$I_{\text{хх ном}}$  - номинальный ток холостого хода (по паспортным данным), А;

$U_{\text{дв.ном.}}$  - номинальное напряжение двигателя, В;

$U_{\text{дв.опт.}}$  - оптимальное напряжение двигателя (отпайка трансформатора ТМПН, ТСПН и т.п.)

- для ШГС 5805 также необходимо, опытным путем уточнить порог срабатывания ЗСП ( $I$  откл, mA),

который может находиться в диапазоне от 2,0 до 2,2 мА. Для этого, вращая подстрочный потенциометр ЗСП фиксируют показания миллиамперметра соответствующие моменту срабатывания защиты;

- для ШГС 5805 значение уставки ЗСП рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{зсп}} (\text{mA}) = \frac{I_{\text{откл.}} (\text{mA}) * I_{\text{раб}}}{I_{\text{х.х.}} * 1,15}$$

Пример:

$I_{\text{раб}}=16\text{A}$ ,  $I_{\text{х.х.}}=12\text{A}$ ,  $I_{\text{откл.}}=2,1\text{mA}$

$$I_{\text{зсп}} = \frac{2,1 * 16}{12 * 1,15} = 2,43 \text{ mA};$$

Устанавливать уставки срабатывания ЗСП более 2,5 мА не рекомендуется, так как отключение будет происходить при снижении загрузки более 15%, что может привести к выходу из строя погружного оборудования.

Для современных СУ отечественного производства, оснащенных контроллером, ЗСП устанавливается в процентах от действующего значения рабочего тока ( $I_{\text{раб}}$ ) и определяется по формуле:

$$\text{ЗСП} (\%) = \frac{I_{\text{х.х.}} * 1,15}{I_{\text{раб}}} * 100\%$$

Пример:

$I_{\text{раб}}=21\text{A}$ ,  $I_{\text{х.х.}}=14\text{A}$

$$\text{ЗСП} = \frac{14 * 1,15 * 100}{21} = 76,6\%.$$

#### **Настройка ЗСП по активной составляющей рабочего тока ПЭД.**

При недогрузке электродвигателя по сравнению с рабочим режимом значительно уменьшается момент на валу электродвигателя, в то время как реактивная составляющая тока достаточно велика. Поэтому при недогрузке активная составляющая тока электродвигателя уменьшается в значительно большей степени, чем полный ток. В связи с этим принцип работы защиты от недогрузки основан на вычислении активной составляющей тока (фактической загрузки) электродвигателя и сравнения ее с уставкой, установленной в процентах от номинального активного тока (номинальной загрузки). Поскольку реактивная составляющая мощности не зависит от нагрузки, ЗСП работающая по общему току менее точна, чем ЗСП работающая по активной составляющей тока. Такой принцип позволяет сделать работу защиты от недогрузки более четкой и снизить требования к точности настройки защиты для обеспечения гарантированного отключения электродвигателя при недогрузке. Рекомендуется применять СУ, отслеживающие активную составляющую потребляемого тока, который пропорционален полезной мощности двигателя.

Активная составляющая тока вычисляется по формуле:

$$I_a = I_{\text{дв.}} \times \cos\varphi,$$

где:  $I_{\text{дв.}}$  - измеренное значение полного тока электродвигателя, А;

$\cos\varphi$  - коэффициент мощности, вычисленный по сдвигу фаз между током и напряжением электродвигателя.

Номинальный активный ток электродвигателя вычисляется по формуле:

$$I_{a \text{ ном}} = I_{\text{дв. ном.}} \times \cos\varphi_{\text{ ном.}}$$

где:  $I_{\text{дв. ном.}}$  - номинальный ток;

$\cos\varphi_{\text{ ном.}}$  - номинальный коэффициент мощности.

Уставка срабатывания защиты от недогрузки устанавливается в процентах от  $I_{a \text{ ном.}}$ . Фактическая загрузка электродвигателя вычисляется по формуле:

$$\text{Загрузка} = I_a / I_{a \text{ ном.}} \times 100\%.$$

Как только фактическая загрузка электродвигателя уменьшится до значения уставки, защита от недогрузки будет приведена в действие.

#### **Настройка ЗСП по загрузке погружного двигателя.**

Защиту от срыва подачи (ЗСП) при запуске (выводе на режим) выставлять на 15% ниже рабочей

загрузки или рабочего тока погружного электродвигателя в зависимости от типа станции управления. В случае несоответствия приточной характеристики скважины производительности насоса, а также при эксплуатации УЭЦН на скважинах с высоким газовым фактором – более 250 м<sup>3</sup>/т допускается выставлять защиту от срыва подачи (ЗСП) более 15% от рабочего тока при обязательном условии наличия подачи УЭЦН в момент снижения токовых нагрузок. Изменение уставок должно производиться с обязательным согласованием с заказчиком.

Загрузку ПЭД определять по соответствующему параметру на контроллере СУ или по имеющейся функции контроля активной составляющей мощности ЭЦН. В случае отсутствия в СУ такой возможности определять как отношение рабочего тока к номинальному току электродвигателя умноженного на 100%. После установки ЗСП настроечный потенциометр ячейки ЯФУ – 0710 СУ типа ШГС – 5805 зафиксировать гайкой. В СУ имеющих функцию «пароль», ввести пароль. Сделать соответствующую отметку в эксплуатационном паспорте и формуляре СУ.

Для СУ типа ШГС-5805 значение уставок ЗСП указаны для ячеек с порогом срабатывания 2,2. В случае нахождения порога срабатывания между значениями 1,9 и 2,2 к порогу срабатывания прибавить процент снижения нагрузки.

#### **Настройка защиты от перепадов напряжения в питающей сети.**

Настройка защиты от перепадов напряжения производится с целью стабилизации работы УЭЦН.

- Максимальное напряжение:  $U_{max} = 460 \text{ В}$ .
- Минимальное напряжение:  $U_{min} = 300 \text{ В}$ .

Уставки по напряжению (верхний и нижний пределы) выставляются с выдержкой времени не менее 10 секунд для случаев всплеска напряжения при аварийных отключениях, оперативных переключениях или грозовых перенапряжениях. Подрядная организация, занимающаяся ремонтом и обслуживанием УЭЦН, обязательно проводит исследования по каждому типу СУ для определения возможного нижнего предела напряжения, необходимого для сохранения работоспособности самой СУ.

Пример расчета оптимального значения дисбаланса тока:

1. Сумма трех показаний в схеме #1:  $C = 51 \text{ А}$   
 $B = 44 \text{ А}$   
 $A = 52 \text{ А}$   
Всего = 147 А
2. Среднее значение тока:  $147/3 = 49 \text{ А}$
3. Наибольшее отклонение от среднего значения:  $49 - 44 = 5 \text{ А}$
4. Процент дисбаланса тока:  $(5/49) \times 100 = 10,2 \%$

Таким образом, дисбаланс тока в схеме #1 составляет 10,2%. Вычислив аналогичным способом значения дисбаланса тока в схемах #2 и #3, получим, соответственно, 4% и 3%.

Сравнив полученные значения во всех трех схемах подключения электродвигателя, получим, что наилучший показатель - в схеме #3. Подобное переключение фазных проводов может применяться и в тех случаях, когда необходимо определить, следствием какой причины является дисбаланс тока - источником питания или электродвигателем.

Если наибольшее значение тока при всех схемах подключения зарегистрировано в одной и той же фазе, это означает, что дисбаланс тока исходит от источника питания. Если же наибольшее значение тока регистрируется в разных фазах в зависимости при различных схемах подключения, то перекос фаз может быть вызван дефектом токоведущих частей УЭЦН или плохим контактом в местах их соединений.

#### **Настройка защиты от дисбаланса напряжений.**

Защита от дисбаланса напряжений, так же как и защита от дисбаланса тока необходима для стабильной работы ПЭД. Значение защиты от дисбаланса напряжений не должно превышать 10%, с задержкой срабатывания 10 секунд или 20%, если временную характеристику установить не возможно.

#### **Настройка защиты от низкого сопротивления системы «ТМПН – кабель - пэд».**

Защита от низкого сопротивления системы «ТМПН – Кабель – ПЭД» предназначена для предотвращения электропробоя токоведущих частей системы. Значение уставки низкого сопротивления системы «ТМПН – Кабель – ПЭД» не должно превышать 30 кОм.

#### **4 РАСКЛИНИВАНИЕ УЭЦН ПРИ ПОМОЩИ СУ С ЧР.**

При остановке УЭЦН по причине ЗП «клин» -необходимо провести следующие работы:

- 1.** Отключить погружной кабель от ТМПН, произвести замер сопротивления изоляции системы «кабель – ПЭД», сопротивление изоляции должно быть не менее 1 Мом, определить наличие ровной «звезды» по всем фазам системы «кабель-ПЭД», визуальнo проверить состояние кабеля от ТМПН до устья скважины.
- 2.** Провести замер сопротивления изоляции ТМПН, проверить шлейфа от ТМПН до фильтра «ФС» и до СУ (мегаомметром, визуальный осмотр, обратить внимание на места соприкосновения шлейфов с площадкой и НО).
- 3.** Проверить указателем напряжения (мультиметром) показания входного напряжения на входе СУ ( $U=380$  В, либо в пределах 85%-110%, дисбаланс должен составлять не более 10%). Проверить работоспособность СУ и ТМПН на «холостом ходу».
- 4.** Проверить уставки и защиты на соответствие техническому стандарту и рекомендациям завода-изготовителя.
- 5.** Подключить погружной кабель, пересчитать напряжение отпайки, увеличить время срабатывания защиты по ЗП на 30 сек от установленного значения уставки и уставку по ЗП увеличить до 150 %, также установить время разгона 10 сек.
- 6.** Запустить СУ в плавном режиме, при этом замерить клещами фактический ток и сверить его с показаниями контролера.

Примечание: если ЭПУ запустилась, дальнейшие пункты начиная с 7 не выполняем.

**7.** Допустимое количество запусков УЭЦН -3 шт. с интервалом 3-5 минут.

**8.** Увеличиваем напряжение кривой разгона U/F по точкам, на точках **U1** и **U2** увеличиваем на 40-50В, точку **U3** на 80-100В и пробуем запускать УЭЦН.

**9.** Увеличиваем напряжение отпайки на ТМПН на 1-2 ступени от оптимальной и пробуем запускать, если ток стал выше, чем прежде, уменьшаем отпайку на 1-2 ступени ниже оптимального значения отпайки и определяем отпайку с наименьшим значением тока.

**10.** При условии, что УЭЦН не запустился, произвести изменение кривой разгона, с учётом частоты набираемой установкой, не исключено изменение кривой разгона в конечной точке ниже номинальной частоты (50Гц).

**11.** Если при предыдущих запусках УЭЦН частота была не менее 20 Гц, устанавливаем режим пуска на «с синхронизацией», частоту синхронизации ставим 15-25 Гц, время разгона -20сек.

**12.** Устанавливаем режим пуска «толчковый» с частотой толчков 10-15 Гц, напряжение толчка в пределах 150-180 % и количеством толчков от 4 до 10 раз и пробуем запускать.

**13.** Организовать промывку водой (дальнейшие действия и пуск УЭЦН при промывке производить на прямом вращении).

**14.** Если предыдущие действия не помогли раскрутить УЭЦН, сообщаем начальнику смены ЦИТС.

Начальник смены ЦИТС, если ПЭД 70кВт и менее, согласовывает с ведущим технологом ЦДНГ смену вращения на обратное. После согласования пробуем запустить УЭЦН. Если УЭЦН запустилась дать ей поработать 5-10 минут и сменить вращение на прямое. При «клин» на прямом вращении повторить операцию.

Примечание: запуск на обратном вращении производить в режиме плавного пуска или режиме синхронизации. Время разгона установить -30 сек., частота вращения 50 Гц. В особенных случаях (УЭЦН

импортного изготовления или скважина высокодебитная ) так же может быть дано согласование о запуске на обратном вращении. В таких случаях рекомендуется установить режим пуска с раскачкой (пуск последовательно на прямом и обратном вращении), уставки выставить такие же, как и при толчковом режиме и запустить УЭЦН.

**15.** Непосредственно перед постановкой бригады ТКРС или перед глушением скважины произвести запуск скважины согласно пункта 6.

Если нет результата после всех проведенных операций по раскливанию, электромонтер заполняет эксплуатационный паспорт и отключает погружной кабель от ТМПН.