

**МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН****Абдулаев Р. К.***Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет*

Одним из основных путей оптимизации процессов бурения является увеличение перепада давления на долоте в сумме общего рабочего давления на насосе. Для глубоких скважин способ решения этой задачи – уменьшение потерь давления внутри колонны бурильных труб.

При бурении глубоких скважин на месторождениях Западной и Восточной Сибири, Заполярья, традиционно применяются бурильные трубы диаметром 127 мм. Для оптимизации гидравлических программ бурения скважин необходим переход на использование бурильных труб 139,7 мм вместо труб 127,0 мм.

Как показывают расчёты, при использовании бурильных труб со стандартными типами замков (ГОСТ Р 50278-92, ГОСТ 27834-95, API Spec 5D, API RP 7G) потери в бурильных замках могут составлять до 40 % в составе потерь давления внутри бурильных труб. Поэтому, для уменьшения потерь давления в замковых соединениях необходим соответствующий выбор замковых соединений бурильных труб. В настоящее время отечественными и зарубежными производителями выпускаются бурильные трубы со специальными замками, имеющими двойной упорный торец (double shoulder).

Замки типа double shoulder имеют следующие преимущества:

- максимально возможный внутренний диаметр;
- минимально возможный наружный диаметр;
- высокие прочностные характеристики – крутящий момент и растягивающие нагрузки.

Также следует перейти от традиционно используемых бурильных труб длиной 31,5 футов = 9,60 м (Range 2) к использованию труб длиной 44,5 футов = 13,56 м (Range 3). Это позволит уменьшить суммарное количество замков на длину бурильной колонны и соответственно уменьшить потери давления в замках, а также уменьшится вес 1 п.м. бурильной трубы.

Для условий бурения и конструкций скважин большинства месторождений Западной и Восточной Сибири, Заполярья, выполнены сравнительные расчёты для бурильной колонны из стандартных бурильных труб диаметром 127 мм и для бурильной колонны из труб 139,7 мм с замками типа double shoulder.

**Таблица 1****Сравнительный вес колонн бурильных труб**

Тип труб	Длина, м	Тип замка	Вес 1 п.м., кг/м	Вес колонны, тонн
127 × 9,19 S -135 замки NC-50 Range 2	5000	NC 50	35,55	177,75
139,7 × 9,17 S-135 замки XT-57 <b>Range 3</b>	<b>5000</b>	<b>XT57</b>	<b>36,79</b>	<b>183,95</b>

Из табл. 1 видно, что вес колонны бурильных труб из труб 139,7 мм практически равен весу колонны бурильных труб из труб 127 мм. Это обусловлено следующим: использование труб Range 3 вместо Range 2 и тем, что вес замков типа

double shoulder меньше веса стандартных типов замков.

Таблица 2

*Гидравлические потери в кгс/см<sup>2</sup> в расчёте на 1000 м бурильных труб*

Тип труб	Интервал	Ø долота 393,7 мм		Ø долота 295,3 мм		Ø долота 215,9 мм	
		Q = 70 л /с	Q = 60 л/с	Q = 55 л/с	Q = 45 л/с	Q = 35 л/с	Q = 30 л/с
127 x 9,19 S-135 замки NC-50 или ЗП-168-70	трубы	58,34	44,20	37,79	26,34	16,75	12,69
	замки	42,18	31,96	27,33	19,04	12,12	9,18
	<b>всего</b>	<b>100,52</b>	<b>76,16</b>	<b>65,12</b>	<b>45,38</b>	<b>28,87</b>	<b>21,87</b>
	к.п. ОС	3,19	3,18	5,23	5,17	10,87	10,68
	замки ОС	0,23	0,23	0,42	0,41	1,55	1,48
	<b>всего ОС</b>	<b>3,42</b>	<b>3,41</b>	<b>5,65</b>	<b>5,58</b>	<b>12,42</b>	<b>12,16</b>
	к.п. ОК	3,04	3,03	4,91	4,86	9,66	9,49
	замки ОК	0,21	0,21	0,39	0,38	1,18	1,14
<b>всего ОК</b>	<b>3,25</b>	<b>3,24</b>	<b>5,3</b>	<b>5,24</b>	<b>10,84</b>	<b>10,63</b>	
139,7 x 9,17 S-135 замки ХТ-57	трубы	34,94	26,47	22,64	15,77	10,04	7,60
	замки	3,99	3,02	2,59	1,80	1,15	0,87
	<b>всего</b>	<b>38,93</b>	<b>29,49</b>	<b>25,23</b>	<b>17,57</b>	<b>11,19</b>	<b>8,47</b>
	к.п. ОС	3,37	3,35	5,72	5,65	13,31	12,97
	замки ОС	0,18	0,18	0,35	0,34	1,73	1,62
	<b>всего ОС</b>	<b>3,55</b>	<b>3,53</b>	<b>6,07</b>	<b>5,99</b>	<b>15,04</b>	<b>14,59</b>
	к.п. ОК	3,21	3,19	5,34	5,29	11,52	11,28
	замки ОК	0,20	0,20	0,39	0,38	1,46	1,39
<b>всего ОК</b>	<b>3,41</b>	<b>3,39</b>	<b>5,73</b>	<b>5,67</b>	<b>12,98</b>	<b>12,67</b>	
Ø 127	<b>итого</b>	<b>42,48</b>	<b>33,02</b>	<b>31,30</b>	<b>23,56</b>	<b>26,23</b>	<b>23,06</b>
Ø 139,7	трубы	38,7	38,7	38,7	38,7	38,8	38,7
139,7 в % к Ø 127	к.п.	103,8	103,5	107,4	107,3	121,1	120,0
<b>139,7 в % к Ø 127</b>	<b>итого</b>	<b>40,9</b>	<b>41,5</b>	<b>44,2</b>	<b>46,2</b>	<b>63,5</b>	<b>67,8</b>

Таблица 3

*Сравнительная жёсткость бурильных труб*

Тип труб	EJ, кгс·м <sup>2</sup>	Соотношение EJ
127,0×9,19	124 610	1,00
139,7×9,17	<b>168 926</b>	<b>1,36</b>

Из табл. 3 видно, что жёсткость труб 139,7 мм на 36 % выше жесткости труб 127,0 мм.

Таблица 4

## Скорость восходящего потока в м/с в затрубном пространстве

Тип труб	Ø долота 393,7 мм		Ø долота 295,3 мм		Ø долота 215,9 мм	
	Q = 70	Q = 60	Q = 55	Q = 45	Q = 35	Q = 30
127×9,19	0,64	0,55	0,99	0,81	1,46	1,25
139,7×9,17	0,66	0,56	1,03	0,85	1,64	1,41
<b>Увеличение в %</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>

Обозначения в таблицах:

- 127×9,19 S-135 замки NC-50 или ЗП-168-70 – бурильные трубы с наружным диаметром 127 мм, с толщиной стенки 9,19 мм, группа прочности S-135, стандартные замки NC-50 или ЗП-168-70;
- 139,7×9,17 S-135 замки ХТ-57 – бурильные трубы с наружным диаметром 127 мм, с толщиной стенки 9,19 мм, группа прочности S-135, замки ХТ-57 (типа double shoulder от производителя GrantPrideco);
- *трубы* – гидравлические сопротивления во внутреннем пространстве тела бурильных труб;
- *замки* – гидравлические сопротивления во внутреннем пространстве замков бурильных труб;
- *к.п. ОС* – гидравлические сопротивления в кольцевом пространстве между телом бурильных труб и стенкой скважины в интервале открытого ствола;
- *замки ОС* – гидравлические сопротивления в кольцевом пространстве между замками бурильных труб и стенкой скважины в интервале открытого ствола;
- *к.п. ОК* – гидравлические сопротивления в кольцевом пространстве между телом бурильных труб и стенкой скважины в интервале ствола скважины обсаженного предыдущей обсадной колонной;
- *замки ОК* – гидравлические сопротивления в кольцевом пространстве между замками бурильных труб и стенкой скважины в интервале ствола скважины, обсаженного предыдущей обсадной колонной.

**Выводы:**

Один из основных путей оптимизации процессов бурения – применение бурильных труб 139,7 мм вместо труб 127,0 мм позволяет использовать следующие преимущества:

1. Снижение суммарных гидравлических потерь в трубах и кольцевом пространстве на величину 30-60%. То есть на 30-60% возможно увеличить реализуемое в долоте давление. Это даёт возможность оптимизировать гидравлику бурения: увеличить гидравлическую мощность на долоте и гидравлическую ударную силу, что позволит увеличить показатели бурения.

2. Увеличивается прочность бурильной колонны по телу трубы на 10%.

3. В резьбе замкового соединения типа double shoulder нагрузки распределены более равномерно по длине резьбового соединения, поэтому уменьшится вероятность слома ниппеля при процессах ликвидации прихватов.

4. Жёсткость труб 139,7 мм на 36 % выше, чем жёсткость труб 127 мм, то есть на 36 % выше устойчивость к синусоидальному и спиральному изгибу. Это даст следующие преимущества:

– при бурении горизонтальных скважин увеличится интервал возможного бурения с ВЗД, соответственно меньше интервал бурения с роторной управляемой системой, что позволит снизить затраты на бурение скважины;

– выше сопротивление усталости, можно увеличить число оборотов при бурении с вращением бурильной колонны, без опасности работы в зоне усталостных нагрузок;

– уменьшится извилистость ствола скважины (микроизгибы), что снизит вероятность проблем при спуске обсадных колонн;

– при спуске хвостовиков 168 мм в колонну 245 мм уменьшится вероятность возникновения проблем с отворотом бурильной колонны от хвостовика в глубоких горизонтальных скважинах.

5. Выше скорость восходящего потока в кольцевом пространстве: улучшается вынос шлама и очистка ствола скважины.