



УДК 331.43

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН



DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE SAFETY IN THE PROCESS OF DRILLING OIL WELLS

Сабре Дарья Мохамад-Нафей

аспирант кафедры
безопасности жизнедеятельности,
Кубанский государственный
технологический университет
dashaa90@yahoo.com

Сабре Мария Мохамад-Нафей

аспирант кафедры
безопасности жизнедеятельности,
Кубанский государственный
технологический университет
mashaa90@yahoo.com

Левчук Александра Александровна

кандидат технических наук,
доцент кафедры
безопасности жизнедеятельности,
Кубанский государственный
технологический университет
naukabzh@mail.ru

Аннотация. В статье приведены сведения о количестве аварий на объектах нефтегазодобывающих за период с 2008 по 2018 г. и разработаны мероприятия их для предотвращения. Разработан комплекс-алгоритм и основа программного продукта для контроля технологических и технических ограничений, выявления технологических параметров, подлежащих контролю автоматизированной системой, проведен анализ полученных результатов запуска предлагаемого программного обеспечения.

Ключевые слова: авария, бурение, фонтаны, скважина, система автоматического управления.

Sabre Daria Mohammad-Nafei

Post-graduate Student
of the department of Life safety,
Kuban State Technological University
dashaa90@yahoo.com

Sabre Maria Mohammad-Nafei

Post-graduate Student
of the department of Life safety,
Kuban State Technological University
mashaa90@yahoo.com

Levchuk Alexandra Alexandrovna

Candidate of Technical Sciences,
Docent, Department of Life Safety,
Kuban State Technological University
naukabzh@mail.ru

Annotation. The article provides information on the number of accidents at oil and gas production facilities for 2008–2018 by type and measures have been developed to prevent them. A complex algorithm has been developed and the basis of a software product for monitoring technological and technical limitations, identification of technological parameters to be controlled by an automated system, an analysis of the results of launching the proposed software has been carried out.

Keywords: accident, drilling, fountains, well, automatic control system.

По уровню рисков промышленных инцидентов и аварий, травмирования персонала, а также негативного воздействия на окружающую среду бурение нефтяных скважин занимает одно из первых мест среди подотраслей нефтегазовой промышленности. Опыт показывает, что в современных условиях главный упор делается на предупредительный характер мероприятий по достижению промышленной и экологической безопасности. В связи с этим резко возрастает актуальность обеспечения охраны труда и окружающей среды при проектировании строительства скважин.

Анализ аварий на нефтегазовых скважинах по данным Ростехнадзора РФ показывает, что наиболее часто встречающейся аварией является открытые фонтаны и выбросы, которые являются также наиболее опасными и дорогостоящими видами аварий и осложнений, поэтому своевременное распознавание проявлений и выбросов, предотвращение их развития в открытые фонтаны, а также сокращение сроков их ликвидации является эффективным направлением повышения безопасности, защиты окружающей среды и снижения стоимости буровых работ [1].

Виды аварий, имевших место на нефтегазовых скважинах, распределяются так (2008–2018 гг.), рисунок 1:

- 34 % – открытые фонтаны и выбросы;
- 19 % – взрывы и пожары на объектах;
- 11 % – падение буровых вышек, разрушение их частей;
- 3 % – падение талевых систем при глубоком бурении;
- 33 % – прочее.

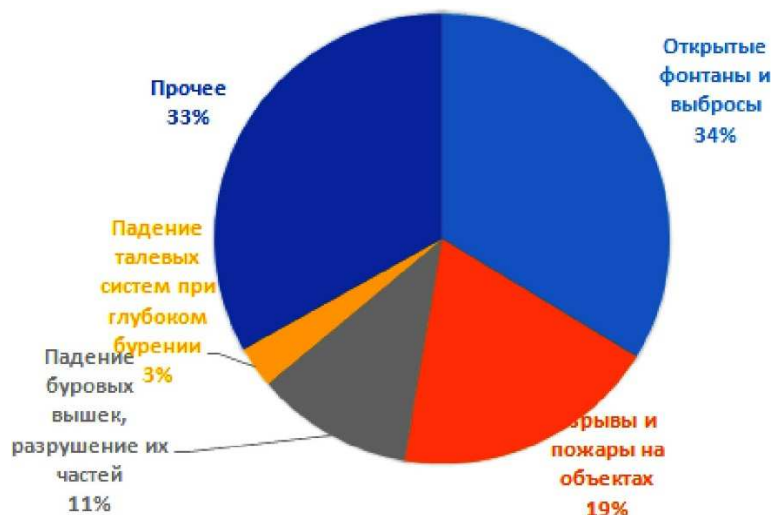


Рисунок 1 – Виды аварий на объектах нефтегазодобывающих

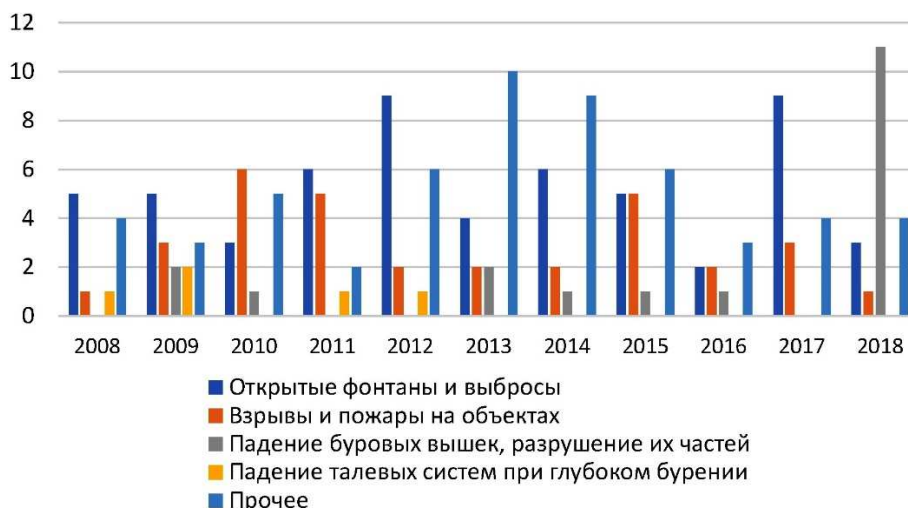


Рисунок 2 – Число аварий по видам на нефтегазодобывающих объектах

При возникновении открытого фонтана крайне важно организовать следующие мероприятия:

- прекратить все работы в загазованной зоне и вывести из нее людей;
- остановить двигатели внутреннего сгорания;
- отключить силовые и осветительные электролинии;
- потушить технические и бытовые топки вблизи скважины; запретить курение, производство всех огневых работ; закрыть движение на прилегающих дорогах, выставив запрещающие знаки или посты охранения;
- принять необходимые меры к отключению всех соседних производственных объектов (трансформаторные будки, станки-качалки, газораспределительные пункты и др.), которые могут оказаться в загазованной зоне;
- провести оповещение о случившемся и принятых первичных мерах руководству предприятия и вызвать на скважину подразделение военизированной службы по предупреждению возникновения и по ликвидации открытых газовых и нефтяных фонтанов, пожарную охрану и скорую медицинскую помощь [2].

Чтобы предотвратить возникновение аварии, выявлены технологические параметры, подлежащие контролю автоматизированной системой. Они были получены исходя из всех этапа анализа причин и последствия возникновения аварии [3]:

- M, M_r, M_d – крутящий момент на роторе, предельные моменты, приводящие к скручиванию труб и поломке долота;
- $G_k, G_{кмл}, G_{кмк}$ – вес на крюке, предельный вес на крюке по допустимым прочностным пределам талевого каната и лебёдки;
- A_p – рабочий ресурс талевого каната;
- $t_n, t_p, t_b, t_{нд}, t_{рд}, t_{бд}$ – ограничение времени нахождения колонны и времени бурения в необсаженной части скважины без движения, промывки;



- $V_{др}$ – объём доливаемого раствора при подъёме колонны;
- t_n – время пуска насосов допустимое давление на обвязке насосов;
- G, H – содержание газа и нефти в растворе;
- $P_{сн}, P_c, P_{сз}$ – давление в стояке до поступления флюида, после и при закрытой скважине соответственно;
- γ – удельный вес бурового раствора.

В результате выполнения программы все необходимые параметры проходят через систему ограничений, при этом создается динамический отчет об отклонениях от заданных величин.

Программа принимает значения параметров технического процесса бурения, сравнивает их с помощью математической модели контроля ограничений и при превышении заданных (вводимых оператором) значений выдает соответствующие предупреждающие сообщения и звуковые сигналы.

Сообщение (его текст) появляется на экране при нарушении условия ограничения, начиная с 90 % от значения правой части (выделяется зелёным фоном). При 95 % изменяется текст сообщения и фон меняется на красный. Одновременно включается сирена (звуковой сигнал).

При проведении анализа полученных результатов запуска ПО, была разработана схема действий для предотвращения развития аварий.

Превышение ($M_{кр}$) приводит к скручиванию труб и к поломке долота, следовательно, необходимо бурильщику поднять трубы с максимальной скоростью. Поднятый конец сломанной части бурильной колонны на поверхности очищают, промывают и осматривают для выяснения характера слома. Чаще всего резкое увеличение вращающего момента приводит к износу долота, поэтому необходимо остановить процесс бурения и заменить долота.

Так как крутящий момент на роторе ($M_{кр} = 33,95 \text{ Н}\cdot\text{м}$) больше момента скручивания труб (M_t) на $1,05 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и больше момент поломки долота (M_d) на $4,05 \text{ Н}\cdot\text{м}$, следовательно, крутящий момент на роторе превышает допустимого. Выводится на экран оператора сообщение красным цветом, сопровождающий звуковым сигналом для предупреждения персонала о начальной стадии развития аварий и необходимости предпринять необходимые меры.

В случай, когда $90 \% \leq M_{кр} < 95 \%$, то на экран оператора выводится сообщение зелёным цветом и это является стадией предаварий.

С учётом дополнительных затрат на установку системы САУ и периферийного оборудования, необходимого для её функционирования экономическая эффективность от внедрения САУ составит 32 330 000 руб для одной глубокой скважины, что составляет 8,1 % от стоимости скважины.

Таким образом, внедрение САУ позволяет предотвращению аварии, что позволяет снизить количество аварий и несчастных случаев с работниками.

Литература

1. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. – М. : Недра, 2000. – 680 с.
2. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин : учебник для нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 352 с.
3. Калайджан В.М., Бабушкин А.Г., Ядрышников И.Н. Построение прикладных информационных систем с использованием интегрированной картографии // Вестник кибернетики. – 2004. – № 3. – С. 60–63.

References

1. Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Complications and accidents during drilling of oil and gas wells. – M. : Nedra, 2000. – 680 p.
2. Vadetsky Yu.V. Drilling of oil and gas wells : textbook for primary professional education. – M. : publishing center «Academy», 2003. – 352 p.
3. Kalaijan V.M., Babushkin A.G., Yadryshnikov I. N. Construction of applied information systems using integrated cartography // Bulletin of Cybernetics. – 2004. – № 3. – P. 60–63.