УДК 622.24

ПРОБЛЕМЫ ОБРАСТАНИЯ МОРСКИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ

THE PROBLEMS OF FOULING OF OFFSHORE DRILLING RIGS OPERATED ON THE CONTINENTAL SHELF

Родионов Виктор Петрович
доктор технических наук, профессор,
Армавирский механико-технологический институт (филиал),
Кубанский государственный технологический университет
vik-rodio@yandex.ru

Аннотация. В статье представлено решение основной проблемы обрастания морских буровых установок, которые в свою очередь приводят к авариям. Развитие обрастаний создает непредвиденные помехи эксплуатации платформ. Дается характеристика основных способов очистки поверхностей под водой. Представлен один из наиболее современных, экологически чистых и энергосберегающих способов очистки поверхностей – гидродинамический способ очистки, использующий как динамическое воздействие, так и кавитационный эффект, имеющий место при истечении затопленных высоконапорных струй. Справедливость полученных результатов проверена на универсальной установке, прошедшей стендовые и промышленные испытания.

Ключевые слова: эксплуатация, буровая установка, обрастание, проблема, авария, контроль, надежность, защита, загрязнения, очистка, способ, струйно-эрозионный процесс, струйный поток.

Rodionov Viktor Petrovich
D.Sc. (Tech.)
Armavir Institute of Mechanics
and Technology (branch),
Kuban State Technological University
vik-rodio@yandex.ru

Annotation. The article presents the solution of the main problem of fouling of offshore drilling rigs, which lead to accidents. The spread of fouling creates unforeseen interference with the operation of the platforms. The characteristic of the main methods of surface cleaning under water is given. Hydrodynamic method of cleaning is one of the most modern, environmentally friendly and energy-saving methods of surface cleaning using both the dynamic effect and the cavitation effect that occurs at the end of the submerged high-pressure jets. The fairness of the obtained results was tested on the universal set that passed bench and industrial tests.

Keywords: exploitation, drilling rig, fouling, problem, accident, control, reliability, protection, pollution, purification, method, jet-erosion process, jet stream.

В процессе эксплуатации морских буровых установок на континентальном шельфе их подводная часть стационарного плавучего сооружения покрывается слоем морских растений и животных.

Проблема обрастания опор нефтедобывающих платформ является на сегодняшний день одной из актуальнейших в связи с интенсификацией добычи нефти и газа на континентальном шельфе [1].

Увеличение числа разведочных и эксплуатационных морских стационарных платформ (МСП) на шельфе мирового океана сопровождается учащением случаев их аварий, связанных в основном со штормами и выбросом нефти из скважин.

Только одна катастрофа на морской установке «Alexander Kielland» в английском секторе Северного моря повлекла за собой 123 человеческие жертвы.

Одной из причин аварий МСП в открытом море может послужить повреждение их опор биологическим обрастанием.

Массовое развитие обрастаний создает непредвиденные помехи эксплуатации платформ.

В результате этого возникает дополнительная нагрузка на опоры от постепенно возрастающей массы обрастания (при средней биомассе обрастания 20 кг/м^2 общая биомасса обрастания одной опоры на глубине от поверхности до 50 м, что составляет не менее 3 т), возрастает сопротивление опор волновым нагрузкам.

На платформе со сроком эксплуатации более 2-х лет степень обрастания является существенной и сопротивление опор волновым нагрузкам возрастает не менее чем на 50 %.

Большую трудность при проведении операций по контролю за техническим состоянием элементов конструкции с использованием подводно-технических средств, представляет невозможность обнаружения дефектов опор, скрытых под сплошным слоем обрастаний.

При сильной степени обрастания водолаз или специалист подводного аппарата может лишь установить наличие чрезмерного обрастания.

Такие дефекты как «наружные трещины в элементах конструкции», «наличие поврежденных элементов», «участки активной коррозии» обнаружить невозможно, так как они скрыты под сплошным слоем обрастания.

Более сложные методы контроля (ультразвуковой, радиографический, магнитных частиц) требуют тщательной зачистки поверхности или опасны для здоровья персонала.

На рисунке 1 представлены фотографии обрастаний на нефтяных морских платформах.

Таким образом, обрастание опор МСП представляет собой достаточно серьезную опасность и при длительной эксплуатации может способствовать возникновению аварийной ситуации.

Одной из самых крупных аварий МСП была гибель буровой платформы «Ocean Ranger», которая опрокинулась во время шторма.

Рисунок 1 – Виды обрастаний морских стационарных нефтяных платформ

Вполне вероятно, что решающую роль здесь сыграли биопомехи не принятого в расчет обрастания.

По мнению специалистов, общая площадь погруженных в море искусственных субстратов составляет около 200 тыс. км^2, т.е. не менее 20 % от площади поверхности верхних отделов шельфа. Проще говоря, это полоса шириной 10 м, в длину превышающая побережье Японского моря с островами.

А так как биомасса обрастания может достигать десятков килограммов на квадратный метр, то его общий вес соответственно исчисляется миллионами тонн.

На борьбу с обрастанием развитые страны тратят огромные средства. Если бы с обрастанием не велась борьба, то ущерб от него возрос бы в десятки, если не в сотни раз.

Наиболее широкое развитие на практике нашло лишь одно направление защиты от обрастания – химическое, которое активно разрабатывается во многих развитых странах и в настоящее время. Оно связано с использованием красок и других покрытий, способных выделять в окружающую среду сильнодействующие яды (биоциды), которые убивают не только «обрастателей», но и любых других водных животных.

Основной принцип работы противообрастающих покрытий – постоянный выход ядов в окружающую среду, приводящий к образованию сначала локальных, а затем и более обширных безжизненных зон в акваториях портов во многих развитых странах и в настоящее время.

Обросшие сваи гидротехнических сооружений представляют собой «искусственный риф», привлекающий скопления рыб ценных пород. Большинство «обрастателей» являются высокочувствительными индикаторами состояния водных экосистем на наличие в воде тяжелых металлов. Это дает возможность оперативно проводить оценку степени загрязнения и относительно легко интерпретировать полученные результаты. В сложившейся ситуации существует один разумный выход: не бороться с обрастанием, а защищаться от него, и, как это не покажется парадоксальным, иногда и защищать его от человека.

На борьбу с обрастанием в мире расходуется примерно 500 млн. долларов.

Поэтому в 1986 г. в Англии вышел указ, запрещающий использовать противообрастающие краски, поскольку из-за них погибает большое количество устриц. Наличие в противообрастающих красках ядовитых компонентов требует соблюдения мер предосторожности при подготовке ранее окрашенных поверхностей к перекрашиванию, приготовлении и нанесении красок.

Одним из современнейших направлений защиты подводных поверхностей конструкций буровых платформ является их регулярная очистка от обрастаний различными способами.

Из известных способов под водой можно применять только те, которые по своим техническим признакам приемлемы, именно они представлены на рисунке 2 [1].

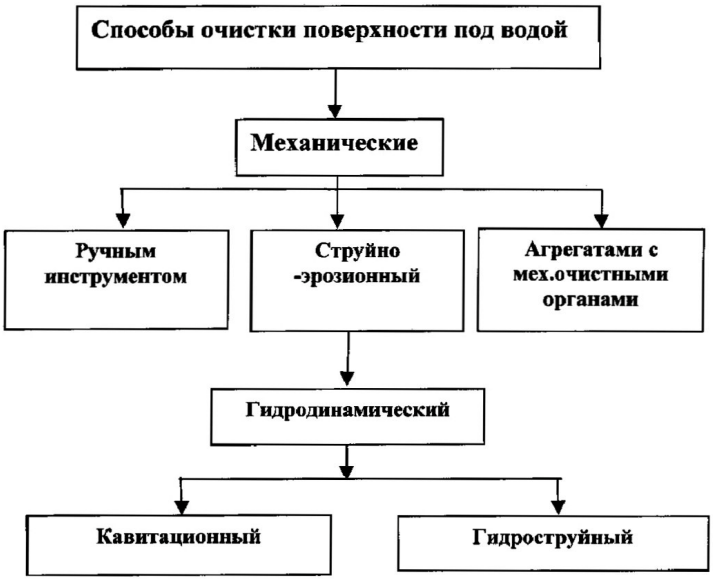

Рисунок 2 – Основные способы очистки поверхностей под водой

Под водой используют в основном механические методы очистки.

Механические методы основаны на силовом воздействии механических рабочих органов на отложения и коррозию. По своему конструктивному исполнению они имеют множество модификаций.

Реализация этих способов осуществляется устройствами, имеющими большую разновидность конструкций.

По виду рабочих органов и способу воздействия на удаляемый слой обрастания существующие средства механизации можно разделить на две группы.

К первой группе относятся инструменты и агрегаты с металлическими очистными органами в виде пучковых молотков, проволочных щеток, шарошек, иглофрез и др.

Износ материала после очистки металлической поверхности достигает 0,2–0,3 мм за один проход, а небольшие раковины, углубления, язвины вообще остаются неочищенными.

Применение шарошек имеет дополнительные недостатки: высокий уровень шума при работе очистного органа, превышающий санитарно-гигиенические нормы, низкую надежность и долговечность, необходимость замены шарошек через 3–4 рабочие смены.

Наибольшее распространение получили способы очистки, использующие струи воды [2, 3, 5].

Ко второй группе средств механизации очистки поверхностей от обрастаний относятся такие, в основе которых лежит струйно-эрозионный процесс. Средства механизации этой группы лишены недостатков, присущих агрегатам с механическими очистными органами.

Наиболее эффективным и современным для очистки поверхностей под водой от обрастаний является гидродинамический способ очистки, использующий как динамическое воздействие, так и кавитационный эффект, имеющий место при истечении затопленных высоконапорных струй.

На рисунке 3 представлена фотография водолаза, выполняющего очистку поверхности от обрастаний под водой с помощью кавитационных струйных потоков воды, истекающих из возбудителей кавитации [3, 5].

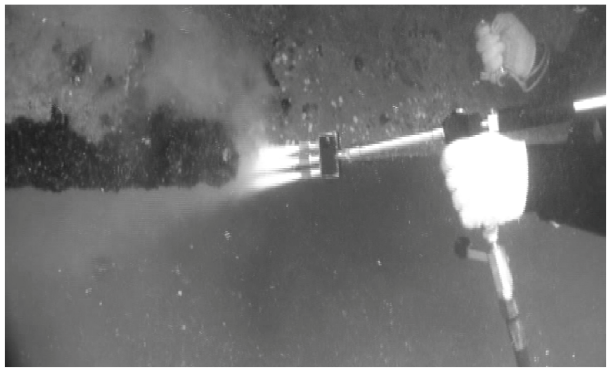

Рисунок 3 – Вид на очистку поверхности под водой кавитационными струями воды

Анализ работ [1, 4] по кавитации позволяет сделать вывод о том, что кавитационная эрозия, очищающая поверхности металлов от различных наслоений, может эффективно использоваться при производстве очистных работ от обрастаний подводных конструкций морских буровых плавающих платформ.

Литература:

1. Родионов В.П. Разработка способа очистки поверхностей судовых конструкций с использованием кавитации : Дис. … канд. тех. наук. – Л. : ЛКИ, 1987. – 230 с.
2. Патент на промышленный образец № 76567, Россия МПК B63B 59/08, Инструмент для подводной очистки поверхностей / Родионов В.П. Приоритет от 12 января 2009 г.
3. Патент на изобретение № 2376193, Россия МПК B63B 59/08, Способ гидродинамической очистки поверхностей объектов под водой и устройство для его осуществления / Родионов В.П. Приоритет от 18 августа 2008 г.
4. В.П. Родионов, А.А. Ладенко. Использование гидродинамических струй при эксплуатации и обслуживании объектов добычи нефти : учеб. пособие / Кубан. гос. технол. ун-т. Армавир. Мех.-технол. ин-т. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. – 163 с.
5. Патент на изобретение № 1614241, RU. Гидрокавитационный генератор Родионова В.П. / автор В.П. Родионов.

References:

1. Rodionov V.P. Development of a way of cleaning of surfaces of ship designs with cavitation use : Thesis of Candidate of Technical Sciences. – L. : LKI, 1987. – 230 p.
2. The patent for an industrial sample № 76567, Russia MPK V63V 59/08, the Tool for underwater cleaning surfaces / Rodionov V.P. Prioritet of January 12, 2009.
3. The patent for the invention № 2376193, Russia MPK V63V 59/08, the Way of hydrodynamic cleaning of surfaces of objects under water and the device for his implementation / Rodionov V.P. Prioritet of August 18, 2008.
4. V.P. Rodionov, A.A. Ladenko. Use of hydrodynamic streams at operation and service of facilities for production of oil: studies. grant / Kuban. state. technol. un-t. Armavir. Fur. – technol. in-t. – Krasnodar : Prod. FGBOU VPO «KUBGTU», 2014. – 163 p.
5. Patent for the invention № 1614241, RU. Hydrocavitational generator of Rodionov V.P. / author V.P. Rodionov.