



УДК 622.276.72

**РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТОВ «ШТОРМ УКМ НП»  
КАК ОДНОГО ИЗ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С АСПО  
НА ВАНКОРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**CALCULATION OF ECONOMIC EFFECTIVENESS  
OF APPLICATIONS OF «STORM UKM NP» DEVICES  
AS ANY OF THE METHODS TO COMBAT ASPHALT-TAR-PARAFFIN  
DEPOSITS ON THE VANKORSKOYE FIELD**

**Мажник Владимир Игоревич**

оператор по добыче  
нефти и газа 4 разряда ЦДНГ 1,  
Управление по добыче  
нефти и газа ООО «РН-Ванкор»  
Vladimirmazhnik@gmail.com

**Лешкович Надежда Михайловна**

старший преподаватель,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
NLeshkovich@bk.ru

**Полищук Денис Александрович**

инженер по бурению,  
ООО «Эриелл Нефтегазсервис»  
Den-n82.3334@mail.ru

**Аннотация.** Рассматриваются эффективный метод по предотвращению образования АСПО и рекомендации по повышению эффективности проведения работ. Анализируется превентивный подход на примере использования устройства на основе действия физических полей – депарафинизатора «Шторм УКМ НП». Приводится расчёт экономической эффективности применения аппаратов «ШТОРМ УКМ НП».

**Ключевые слова:** депарафинизатор, экономический эффект, борьба с АСПО, превентивный подход, капитальные вложения, операционные затраты.

**Mazhnik Vladimir Igorevich**

Oil and gas production operator 4th category  
of oil and gas production workshop № 1,  
Office for oil and gas production  
LLC «RN-Vankor»  
Vladimirmazhnik@gmail.com

**Leshkovich Nadezhda Mikhaelovna**

Senior Lecturer,  
Kuban state technological university  
NLeshkovich@bk.ru

**Polischuk Denis Alexandrovich**

Drilling Engineer,  
LLC «Eriell Neftegazservis»  
Den-n82.3334@mail.ru

**Annotation.** An effective method for preventing the formation of AFS and recommendations for improving the efficiency of work are considered. The preventive approach is analyzed on an example of using the device on the basis of the action of physical fields – the dewaxer «Storm UKM NP». The calculation of the economic efficiency of the STORM KMM NP devices is given.

**Keywords:** dewaxing, economic effect, struggle with AFS, preventive approach, capital investments, operating costs.

Экономическая эффективность рассчитана на основе применения превентивного подхода в борьбе с АСПО. Он базируется на создании условий в процессе работы скважины, исключающих формирование отложений парафина или облегчающих их удаление с внутренней поверхности НКТ. Его применение оказывает существенное влияние на увеличение межремонтного и межочистного периодов (МРП и МОП). К тому же в результате уменьшения объёма работ по депарафинизации оборудования, существенно снижается риск возникновения аварийных ситуаций (например, падение инструмента в скважину при механической обработке; разгерметизация нагнетательной линии при химической обработке и т.д.), что благоприятно сказывается на безопасности выполняемых работ.

Превентивный подход включает такие методы, как:

- снижение шероховатости внутренней поверхности НКТ путём нанесения на неё специальных покрытий (стекла, эмали, эпоксидной смолы или специальных лаков);
- использование устройств на основе действия физических полей (например, депарафинизатор «Шторм УКМ НП»);
- использование греющего кабеля, спускаемого в скважину;
- использование специальных химических реагентов – ингибиторов парафиноотложения.



Сущность применения реагентов заключается не только в гидрофилизации внутренней поверхности НКТ, но и в адсорбции реагентов на образовавшихся кристаллах парафина и формировании на них тонкой гидрофильной плёнки, препятствующей росту кристаллов парафина, их слипанию с образованием сгустков твёрдой фазы и последующим их отложением на стенках НКТ. Известен ряд ингибиторов парафиноотложения на базе как водорастворимых, так и нефтерастворимых ПАВ.

Предотвращение парафинизации НКТ может быть достигнуто за счёт гидрофилизации (несмазываемости нефтью) поверхности НКТ, либо путем создания искусственных активных центров внутри объёма жидкости [1].

### **Применение радиочастотного магнитогидродинамического резонатора**

Действие прибора основано на теории магнитогидродинамического резонанса. Согласно данной теории, сила Лоренца, создаваемая при пересечении жидкостью магнитных силовых линий, способна вызвать структурную перестройку (изменить энтропию), если она попадёт в резонанс с собственными колебаниями электрически заряженных частиц (молекул, твёрдых пылинок, ионов, свободных радикалов), входящих в состав жидкости. Изменение энтропии влияет не только на скорость зародышеобразования веществ, находящихся в пересыщенном состоянии, но и способно вызвать их кристаллизацию в форме одной из присущих данному веществу кристаллографических модификаций.

Установленный аппарат «ШТОРМ УКМ НП» на выкидную линию возле устья скважины оказывает воздействие не только на растворённые молекулы АСП веществ, но и на уже сформированные отложения. Воздействию подвергаются ствол НКТ и выкидная линия. В значительной мере замедляется выпадение АСПО на данных участках, тем самым в несколько раз увеличивая межочистный период (МОП) [2].

Очистный эффект от применения аппарата начинает проявляться по истечении 7–9 дней с момента запуска его в рабочий режим.

Данный факт связан с тем, что парафины, АСПО и иные виды примесей, содержащиеся в нефти, выпадая на стенки оборудования, образованы послойно и хаотично, а также неравномерны по толщине.

Вырабатываемые аппаратом ударно-резонансные сигналы радиочастотного спектра излучения рассчитываются микроконтроллером устройства индивидуально под каждую скважину. Волны распространяются в оба направления (как к устью скважины и вниз по стволу НКТ, так и по выкидной линии в противоположную сторону от устья скважины) и оказывают воздействие на молекулярную структуру имеющихся отложений, при этом разрушая их послойно. Происходит постепенное отталкивание друг от друга молекул, образующих поверхностный слой.

По истечении 7–9 дней с момента ввода аппарата в работу молекулярная структура имеющихся отложений начинает интенсивно разрушаться. Чётко рассчитанное по частоте направленное резонансное излучение имеет возрастающую амплитуду гармоник резонансных импульсов, изменяющихся в строгих пределах. Импульс достигает своего пика во определенном временном промежутке, затем постепенно убывает, формируя пикообразный выходной сигнал. В результате образуется мощный резонансный выход гармоник магнитогидродинамического резонансного излучения, что приводит к нарушению и разрушению сотовой молекулярной структуры парафинов, АСПО и иных наслоений [2].

Данному процессу способствует трубопровод, служащий в данном случае сердечником устройства и продолжением конструкции, по которому двигаются ударно резонансные сигналы. Воздействие на имеющиеся отложения происходит с двух сторон: непосредственно по самой стенке трубы с раскачиванием кристаллической решётки, так и со стороны потока водонефтяной смеси. Под вырабатываемым излучением вещества значительно замедляют и частично теряют способность выпадать в виде твёрдых отложений, оставаясь в растворённом состоянии за счёт нарушения структуры их молекулярной решётки, нарушения кинетического сцепления и благодаря однополярной кристаллической зарядке.

Следует обратить внимание на то, что в процессе образования АСПО немаловажную роль играет газовый фактор. Чем выше наличие в добываемой нефти попутного газа, тем интенсивнее происходит кристаллизация. Высокое содержание попутного газа в сырой нефти ведет к неконтролируемому быстрому охлаждению имеющихся в ней парафинов, что приводит к интенсивному их выпадению.

Депарафинизаторы «ШТОРМ УКМ НП» оказывают воздействие по удалению и разрушению парафинов, АСПО и механических примесей при газовом факторе не выше 650. При газовом факторе, не превышающем это значение, удалось снизить количество механических скребкований в 12 раз или с 4 раз в сутки до 1 раза в трое-четверо суток на нефтедобывающей скважине, оборудованной ЭЦН, нефтяной компании «Нефтиса». Можно отметить, что использование греющего кабеля в сравнении с аппаратом «ШТОРМ УКМ НП» на данном объекте оказалось малоэффективным [2].

Проведённые испытания показывают, что аппараты «ШТОРМ УКМ НП» позволяют снизить проведение мероприятий по очистке и удалению парафинов, АСПО и механических примесей до одного раза в 3–7 месяцев в зависимости от газового фактора.



### Расчёт экономической эффективности применения аппаратов «ШТОРМ УКМ НП»

Согласно производственной программе по удалению АСПО на Ванкорском месторождении, в 2018 году расходы на механическую обработку составляют около 57,5 млн руб. Ожидается, что в результате внедрения проекта количество механических обработок будет снижено минимум в 2,1 раза, на основании чего произведён расчёт экономических показателей.

Расчёт капитальных вложений представлен в таблице 1.

**Таблица 1** – Капитальные вложения в проект (CAPEX)

Наименование	Стоимость, тыс. руб.	Количество, ед.	Капитальные вложения, млн. руб.
Аппарат «Шторм УКМ НП»	210	139	29,19
Транспортно-заготовительные расходы (15 %)	31,5	139	4,38
Итого:			33,57

Капитальные вложения в проект состоят из затрат на покупку аппаратов «Шторм УКМ НП» и транспортно-заготовительных расходов. Стоимость единицы оборудования, включая пуско-наладочные работы, учтена в размере 210 тыс. рублей. Объём транспортно-заготовительных расходов на единицу оборудования принят в размере 15 % [4].

Расчёт операционных затрат представлен в таблице 2.

**Таблица 2** – Операционные затраты по проекту (OPEX)

Наименование	Удельная величина	Стоимость	Операционные затраты
Энергообеспечение проекта	36529 кВт/год	2,21 руб.	80,7 тыс. руб.
Амортизация			6,7 млн руб.
Итого:			6,78 млн руб.

Расчёт произведён на основании нормативных удельных показателей. Объёмы затрат на электроэнергию рассчитаны исходя из объёмов планируемого энергопотребления используемых приборов. Энергопотребление одной единицы в базовом варианте составила 30 Вт/ч. Объём энергопотребления всех аппаратов планируется в размере 35478 кВт в год.

Основные экономические показатели проекта и финансовый прогноз представлены в таблице 3 и 4 соответственно. Капитальные вложения составляют 33,57 млн руб. При этом в операционные затраты включены расходы на амортизацию в размере 20 % в год. NPV составил 53,6 млн руб., что говорит о целесообразности внедрения проекта.

**Таблица 3** – Основные экономические показатели

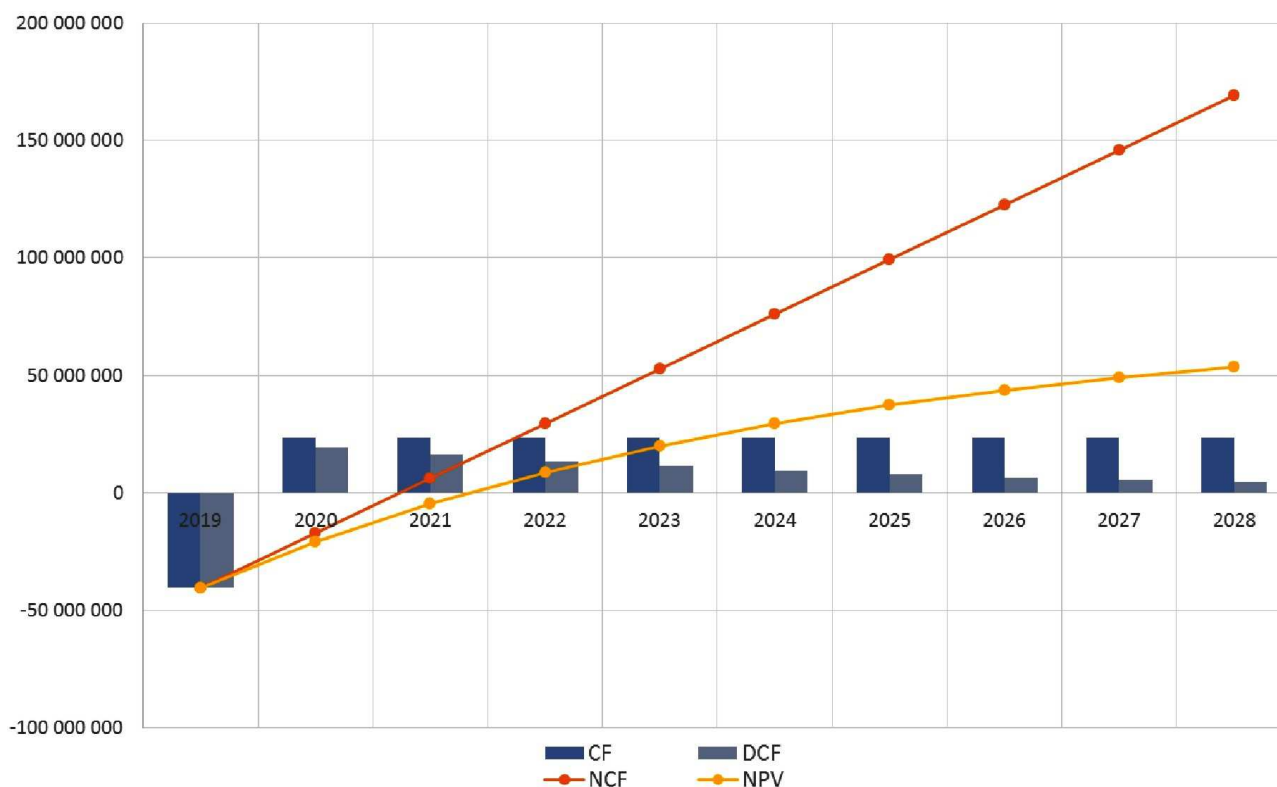
Показатели	Значение, млн руб.
Капитальные вложения в проект, в том числе:	33,57
аппараты «Шторм УКМ НП»	29,19
транспортно-заготовительные расходы	4,38
Операционные затраты за весь период, в том числе:	67,95
энергообеспечение проекта	0,81
амортизация	67,14
NPV (чистая приведённая стоимость)	53,60
IRR (Внутренняя норма рентабельности)	23,7 %
PI (Индекс рентабельности)	1,33
ROI (Возврат на инвестиции)	2,33



Таблица 4 – Финансовый прогноз

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
CF	-40362930	2330914	23309014	23309014	23309014	23309014	23309014	23309014	23309014	23309014
NCF	-40362930	-17053915	6255099	29564113	52873127	76182141	99491156	122800170	146109184	169418198
DCF	-40362930	19424179	16186815	13489013	11240844	9367370	7806142	6505118	5420932	4517443
NPV	-40362930	-20938751	-4751936	8737077	19977921	29345291	37151433	43656551	49077483	53594926

Диаграмма финансового состояния представлена ниже.



**Выводы**

Реализация проекта позволит существенно снизить затраты на депарафинизацию скважин Ванкорского месторождения. После проведения опытно-промышленной эксплуатации технологии в условиях Ванкорского месторождения расчёты возможно скорректировать в соответствии с актуальными данными.

Внедрение технологии на основе магнитогиродинамического резонанса – ещё один шаг на пути к совершенствованию экологичности и безопасности нефтегазовой промышленности России.

**Литература:**

1. Карпов Б.В., Воробьев В.П., Казаков В.Т. Предупреждение парафиноотложений при добыче нефти из скважин в осложнённых условиях путём применения магнитных устройств // Научно-технический журнал «Нефтепромышленное дело». – М.: ВНИИОЭНГ, 1996. – № 12. – С. 17–18.
2. Официальный сайт «МПК ТЕХПРОМ ВВП» – URL : <http://mpk-vnp.com/neft.html>
3. Шайдаков В.В., Лаптев А.Б., Никитин Р.В. и др. Результаты применения магнитной обработки на скважинах, имеющих осложнения по АСПО и эмульсии / Проблемы нефти и газа: Тезисы докладов: III конгресс нефтегазопромышленников, Секция Н. – Уфа, 2001. – С. 121–122.
4. Савельева Е.Ю. Развитие методов определения экономической эффективности деятельности нефтегазового предприятия : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук. – М., 2011. – 154 с.
5. Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразование: предупреждение и удаление: в 2 томах : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2011. – Т. 1. – 348 с.
6. Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразование: предупреждение и удаление: в 2 томах : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2011. – Т. 2. – 348 с.

**References:**

1. Karpov B.V., Vorobiev V.P., Kazakov V.T. Prevention of paraffin deposits in the extraction of oil from wells in complicated conditions through the use of magnetic devices // Scientific and technical magazine «Oilfield business». – M. : VNIIOENG, 1996. – № 12. – P. 17–18.
2. The official website of the «IPC TEXPROM VNP» – URL : <http://mpk-vnp.com/neft.html>
3. Shaidakov V.V., Laptev A.B., Nikitin R.V. Results of the application of magnetic treatment on wells, the emergence of complications in AFS and emulsion / Problems of oil and gas: Abstracts. III Congress of Oil and Gas Producers, Section N. – Ufa, 2001. – P. 121–122.
4. Savelieva E.Ya. Development of methods for determining the economic efficiency of the oil and gas enterprise: dissertation for the degree of candidate of economic sciences. – M., 2011. – 154 p.
5. Bulatov A.I., Kusov G.V., Savenok O.V. Asphalt-resin-paraffin deposits and hydrate formations: prevention and removal: in 2 volumes : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2011. – Т. 1. – 348 p.
6. Bulatov A.I., Kusov G.V., Savenok O.V. Asphalt-resin-paraffin deposits and hydrate formations: prevention and removal: in 2 volumes : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2011. – Т. 2. – 348 p.