DOI: 10.17122/ntj-oil-2018-6-99-109
УДК 622.692.4.07(252.6)

Д.Д. Габбасов, Д.А. Гулин, С.М. Султанмагомедов (Уфимский государственный
нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНЫХ АНКЕРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ В СЛАБОНЕСУЩИХ ГРУНТАХ

Dinar D. Gabbasov, Denis A. Gulin, Sultanmagomed M. Sultanmagomedov
(Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation)

ECONOMIC EFFICIENCY OF VACUUM ANCHOR DEVICES APPLICATION FOR FIXING SUBSURFACE PIPELINE IN SOFT SOIL CONDITION

Введение

Опыт эксплуатации подземных трубопроводов в условиях болот и обводненной местности показывает, что одним из основных факторов, вызывающих потерю устойчивости трубопровода, является выталкивающая сила воды. Под действием этой силы стальная оболочка трубопровода получает большие перемещения в водонасыщенных грунтах, что приводит к резкому повышению напряжений в стенке трубы и к снижению несущей способности трубопровода.

Поэтому обеспечение устойчивого проектного положения подземного трубопровода в слабонесущих грунтах остаётся в настоящее время весьма актуальной проблемой для нефтегазовой промышленности России. Основными задачами этого направления являются использование новых материалов и конструкций для удержания трубопроводов в проектном положении, снижение материалоемкости при строительстве объекта, сокращение стоимости строительства и грузоперевозок, а также повышение темпов работ.

Background

Subsurface pipelines operating experience in swamps and the flooded area prove that water force (buoyancy in water) is a key factor, which causes pipeline stability loss. Under this force, steel pipeline shell receives larger movements in water-saturated soils, which leads to sharp increase in tension in a pipeline wall and to decrease in a capacity of the pipeline.

That is why the providing of steady subsurface pipeline design position in a soft soil condition is a recent problem for Russian oil and gas industry. The main objectives are new materials and designs using for fixing pipelines on design marks, material carrying capacity decreasing, construction cost and cargo transportation decreasing, building speed increasing.

Цели и задачи

Целью статьи является анализ экономической эффективности применения вакуумных анкерных устройств для закрепления подземных трубопроводов в условиях слабонесущих грунтов.

Основное содержание экономического анализа составляют следующие задачи:

- расчёт сметной стоимости строительства трубопровода с применением железобетонных утяжелителей охватывающего типа, железобетонных утяжелителей кольцевого типа, винтовых анкерных устройств, вакуумных анкерных устройств.
- расчёт чистого дисконтированного дохода, индекса доходности, внутренней нормы доходности, срока окупаемости для определения экономической эффективности.

Методы

В качестве основного метода используется сравнительный анализ. Оценка экономической эффективности производится путём сопоставления следующих показателей: чистого дисконтированного дохода, индекса доходности, внутренней нормы доходности, срока окупаемости.

Результаты

Определено, что закрепление трубопроводов вакуумными анкерными устройствами является экономически целесообразным способом обеспечения их устойчивого положения на проектных отметках.

Aims and Objectives

The purpose of the article is an economic efficiency analysis of vacuum anchor devices application for fixing subsurface pipeline in a soft soil condition.

The main contents of an economic analysis are:

- an estimated cost calculation of pipeline construction with application of the covering type reinforced concrete weighting compounds, the ring type reinforced concrete weighting compounds, the screw anchor devices, the vacuum anchor devices;
- a calculation of net present value, profitability index, internal rate of return, pay-back period.

Methods

A comparative analysis was used as the main method. The economic efficiency determination is estimate by comparing they following indicators: net present value, profitability index, internal rate of return, pay-back period.

Results

It is defined that pipeline anchoring by vacuum anchor device is economically expedient way to achieve stable pipeline position on design marks.

Ключевые слова: магистральный трубопровод, слабонесущие грунты, балластировка и закрепление трубопроводов, вакуумное анкерное устройство, экономическая эффективность

Key words: trunk pipeline, soft soils, ballasting and anchoring of pipelines, vacuum anchor device, economic efficiency

Строительство и дальнейшая эксплуатация трубопроводов на болотах сопровождается дополнительным силовым воздействием на трубу - выталкивающей силой воды. Данный силовой фактор может привести к возникновению участков непроектного положения трубопровода: выпучиванию, арочному выбросу, его перемещению на естественную поверхность грунта - к потери устойчивости трубопровода [1, 2].

В настоящее время для обеспечения устойчивого положения трубопровода применяются балластирующие и анкерные устройства, каждое из которых имеет определенные недочёты, ограничения по применимости и особенности по технологии проведения работ [3].

Авторами патента на полезную модель [4] предложено использовать вакуумное анкерное устройство для закрепления трубо-

проводов в проектном положении. Также в статье [5] установлена возможность использования данного устройства в различных грунтах и дана область их применения. Так как вакуумные анкерные устройства представляют собой совершенно новую конструкцию, возникла необходимость определения экономической эффективности применения данных устройств.

Для оценки экономической эффективности применения вакуумных анкерных устройств необходимо произвести расчет сметной стоимости строительства 1 км участка трубопровода, сооружаемого на болоте. Трубопровод прокладывается на вогнутом рельефе местности с углом поворота оси $\beta = 10^\circ$ и радиусом кривизны $\rho = 720$ м.

Параметры трубопровода представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры трубопровода

Трубопровод	$D_{н.и.}$ мм	$I \cdot 10^{-3}$, м ⁴	q_m , Н/м	$q_{из.}$, Н/м
720x15	725	2,1	2478	291

Сметная документация по строительству трубопровода протяженностью 1 км без учёта балластировки составлена на основе сметно-нормативной базы 2000 г. в соответствии с «Методикой определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» МДС 81-35.2004 [6], введенной в действие с 09.03.2004 г. Сметная стоимость работ определена по федеральным единичным расценкам [7].

Локальные сметы разработаны в базисном уровне цен на 2000 г. и пересчитаны в цены 2018 г. с применением индекса удорожания по статьям затрат строительно-монтажных работ $K_{\text{л}} = 6,86$ (в соответствии с Приложением к приказу Государственного комитета Республики Башкортостан по строительству и архитектуре от 19 января 2018 года № 8) [8].

Затраты на временные здания и сооружения определены в соответствии с

ГСН 81-05-01-2001 [9], п.5.6.2.2. для объектов обустройства нефтяных и газовых месторождений в размере 2,7 % от суммы строительно-монтажных работ.

Резерв средств на непредвиденные работы и затраты начислен в размере 2,0 % на основании [6].

Общая стоимость по объектному сметному расчету на 1 км трубопровода приведена в таблице 2.

Таблица 2. Сметная стоимость строительства 1 км трубопровода

Структура затрат проекта	Стоимость по видам работ, тыс. руб. 2000 г. / 2018 г.
Строительно-монтажные работы	835,4 / 5730,9
в т.ч. на оплату труда	49,8 / 341,7

Для определения стоимости балластировки необходимо рассчитать потребную пригрузку на 1 пог. м длины обводненного участка трубопровода в воде $q_{\text{бал.в}}^H$, которая согласно нормативному документу [10] определяется следующими величинами:

- расчетная выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод (с учетом изоляции) q_b ;
- расчетная нагрузка, обеспечивающая упругий изгиб трубопровода соответственно рельефу дна траншеи $q_{\text{изг}}$;
- расчетный вес единицы длины трубопровода с учетом изоляции на воздухе $q_{\text{тр}}$;
- нагрузка от веса перекачиваемого продукта $q_{\text{доп}}$.

Данные величины для трубопровода 720x15, прокладываемого на болоте, рассчитаны по формулам, приведенным в [10].

Результаты расчётов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Расчёт потребной пригрузки на 1 м длины трубопровода

q_v , Н/м	$q_{изг}$, Н/м	$q_{тр}$, Н/м	$q_{доп}^*$, Н/м	$q_{бал.в}^H$, Н/м
4747	133	2768	0	2611
* - в условиях монтажа принято $q_{доп} = 0$				

Для закрепления трубопровода на проектных отметках выбраны вакуумные анкерные устройства марки ВА-133/2600 со следующими характеристиками: длина анкера $h = 2,6$ м, диаметр корпуса $D_{анк} = 133$ мм, толщина стенки $\delta = 4$ мм, удерживающая способность анкера $F = 15,4$ кН (при разности давлений $\Delta p = 75$ кПа, высоте вакуумной камеры $h_0 = 0,25$ м) [5].

Стоимость вакуумных анкерных устройств складывается из стоимости материала для изготовления конструкции, стоимости работ по изготовлению вакуумных анкеров в трассовых условиях и стоимости монтажа. Стоимость материала (корпус-труба, заглушка, патрубок, кран) приблизительно в 1,2 раза больше стоимости корпуса-трубы. В качестве корпусов анкеров выбраны трубы стальные электросварные (ГОСТ 8696-74) [11]. Стоимость трубы заданных размеров приведена в таблице 4.

Таблица 4. Стоимость материала для изготовления ВА (2018 г.)

Анкер	Корпус-труба, руб.	Материалы, руб.
ВА-133/2600	1706,0	2047,0

Изготовление вакуумных анкеров включает в себя следующие работы:

- 1) ручная сварка электродами с основным покрытием;
- 2) ультразвуковой контроль на трассе;
- 3) прочие работы по контролю качества сварных стыков.

Стоимость каждой из работ определяется по федеральным единичным расценкам, разработанным в базисном уровне цен по состоянию на 1 января 2000 г. [7]. Приведение стоимости к уровню цен 2018 г. производится по формуле (1):

$$S_{2018} = k_n \cdot S_{2000}. \quad (1)$$

В таблице 5 приведена стоимость работ, выполняемых при изготовлении вакуумного анкера.

Таблица 5. Стоимость работ по изготовлению вакуумного анкера

Виды работ	Единица измерения	Уровень цен на 2000 г., руб.	Уровень цен на 2018 г., руб.
Ручная сварка электродами с основным покрытием	1 стык	224,76	1539,62
Ультразвуковой контроль на трассе	1 стык	250,84	1718,25
Прочие работы по контролю качества сварных стыков	1 стык	19,64	134,53

Стоимость установки анкеров определяется по федеральным единичным расценкам [12] и зависит от массы одного анкера (таблица 6). Массу анкера можно приблизительно считать равной массе корпуса-трубы и определить по формуле (2):

$$m_{BA} = \frac{\pi(D_H^2 - (D_H - 2\delta)^2) \cdot h \cdot \rho_m}{4}, \quad (2)$$

где ρ_m - плотность металла трубы, 7850 кг/м³.

Масса одного анкера марки ВА-133/2600 при заданных размерах:

$$m_{BA} = \frac{\pi(0,133^2 - (0,133 - 2 \cdot 0,04)^2) \cdot 2,6 \cdot 7850}{4} = 33,1 \text{ кг};$$

количество анкеров с общей массой 1 т равно:

$$N_{1т} = \frac{1000}{m_{BA}} = \frac{1000}{33,1} = 30,2 \approx 30.$$

Таблица 6. Стоимость установки анкеров массой 1 т дизель-молотом копровой установки на базе трактора, руб.

Установка анкеров массой 1 т	Стоимость, руб. (2000 г.)
До 50 кг на глубину до 8 м	1122,75
До 70 кг на глубину до 8 м	974,22
Свыше 70 кг на глубину до 8 м	691,03

Стоимость установки одного анкера в ценах 2000 г.:

$$S_{1шт}^{2000} = \frac{S_{1т}^{2000}}{N_{1т}} = \frac{1122,75}{30} = 37,43 \text{ руб.}$$

Стоимость установки вакуумных анкеров марки ВА-133/2600 представлена в таблице 7.

Таблица 7. Стоимость установки одного анкера

Анкер	Масса, кг	Уровень цен на 2000 г., руб.	Уровень цен на 2018 г., руб.
ВА-133/2600	33,1	37,43	256,77

Суммарные расходы на изготовление и монтаж вакуумных анкеров приведены в таблице 8.

Таблица 8. Смета расходов на изготовление и монтажа вакуумного анкера

№ п/п	Наименование статей расходов	ВА-133/2600
1	Материалы	2047,00
2	Установка	256,36
3	Ручная сварка электродами с основным покрытием	1539,62
4	Ультразвуковой контроль на трассе	1718,25
5	Прочие работы по контролю качества сварного стыка	134,53
	<i>Итого:</i>	5695,76

Для определения стоимости закрепления трубопровода вакуумными анкерными устройствами по формулам (3), (4) рассчитываются расстояние между отдельными парами вакуумных анкеров (шаг) и их количество, необходимое для удержания трубопровода в проектном положении:

$$l_a = \frac{2 \cdot F}{q_{бал.в}^H}, \quad (3)$$

$$N = \frac{2 \cdot L_{бал}}{l_a}, \quad (4)$$

где $L_{бал}$ - длина обводненного участка трубопровода.

При закреплении прокладываемого трубопровода вакуумными анкерными устройствами с удерживающей способностью 15,4 кН следует установить шаг:

$$l_a = \frac{2 \cdot 15,4 \cdot 10^3}{2611} = 11,8 \text{ м};$$

количество вакуумных анкеров:

$$N = \frac{2 \cdot 1000}{11,8} \approx 170;$$

тогда стоимость закрепления 1 км трубопровода вакуумными анкерными устройствами составит:

$$S = N \cdot S_{\text{БА}} = 170 \cdot 5695,76 = 968,3 \text{ тыс. руб.}$$

Для сравнения определим стоимость балластировки трубопровода с использованием широко распространенных железобетонных утяжелителей и винтовых анкерных устройств.

1. Балластировка трубопровода железобетонными утяжелителями охватывающего типа. Технические характеристики утяжелителей представлены в таблице 9.

Таблица 9. Основные характеристики железобетонных утяжелителей типа УБО

Наименование	Объем V_{Γ} , м ³	Масса Q_{Γ} , кг
УБО-720-2,3	1,46	3378

Расстояние между центрами грузов и их количество, необходимое для балластировки трубопровода, рассчитываются соответственно по формулам:

$$l_{\Gamma} = \frac{Q_{\Gamma} \cdot g - \gamma_{\text{в}} \cdot V_{\Gamma}}{q_{\text{бал.в}}^{\text{н}}}, \quad (5)$$

где Q_{Γ} , V_{Γ} - соответственно средняя масса и объем одного груза;

g - ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$;

$\gamma_{\text{в}}$ - удельный вес воды, Н/м^3 .

$$N = \frac{L_{\text{бал}}}{l_{\Gamma}}, \quad (6)$$

определение стоимости балластировки трубопроводов утяжелителями охватывающего типа производится по федеральным единич-

ным расценкам [7] с последующим переводом её в уровень цен 2018 г. (таблица 10).

Таблица 10. Стоимость балластировки трубопровода охватывающими утяжелителями типа УБО (комплект)

Трубопровод	Уровень цен на 2000 г., руб.	Уровень цен на I квартал 2018 г., руб.
Ду = 700 мм	1659,27	11382,59

Рассчитаем стоимость балластировки трубопровода 720х15 утяжелителями марки УБО-720-2,3 (таблица 11).

Таблица 11. Стоимость балластировки 1 км трубопровода с помощью УБО

Наименование	Шаг груза l_{Γ} , м	Кол-во N , шт.	Стоимость $S_{(1 \text{ км})}$, тыс. руб.
УБО-720-2,3	6,26	160	1821,2

Шаг расстановки утяжелителей по формуле (5):

$$l_{\Gamma} = \frac{3378 \cdot 9,81 - 1,15 \cdot 10^4 \cdot 1,46}{2611} = 6,26 \text{ м};$$

количество утяжелителей по формуле (6):

$$N = \frac{1000}{6,26} \approx 160.$$

Стоимость балластировки трубопровода 720х15:

$$S = N \cdot S_{\text{УБО}} = 160 \cdot 11382,59 = 1821,2 \text{ тыс. руб.}$$

2. Расчет стоимости балластировки трубопроводов с помощью железобетонных утяжелителей кольцевого типа (таблица 12)

выполняется аналогично. Результаты расчетов представлены в таблицах 13, 14.

Таблица 12. Основные характеристики железобетонных утяжелителей типа УТК

Наименование	Объем $V_r, \text{ м}^3$	Масса $Q_r, \text{ кг}$
2УТК 720-24	1,2	2776

Таблица 13. Стоимость балластировки трубопровода железобетонными кольцевыми грузами типа УТК (комплект)

Трубопровод	Уровень цен на 2000 г., руб.	Уровень цен на 2018 г., руб.
Ду = 700 мм	2158,27	14805,73

Таблица 14. Стоимость балластировки 1 км трубопровода с помощью УТК

Наименование	Шаг груза $l_r, \text{ м}$	Кол-во $N, \text{ шт.}$	Стоимость $S_{(1 \text{ км})}, \text{ тыс. руб.}$
2УТК 720-24	5,14	195	2887,1

3. При балластировке трубопроводов винтовыми анкерными устройствами основными техническими параметрами согласно [10] являются расчетная несущая способность $B_{\text{анк}}$ (воспринимаемое ими усилие) и расстояние между ними l_a .

Для расчёта стоимости балластировки трубопровода 720х15 винтовыми анкерными устройствами, характеристики которых приведены в таблице 15, по [10] рассчитаны вышеупомянутые параметры:

$$B_{\text{анк}} = 21,8 \text{ кН}, l_a = 8,37 \text{ м.}$$

Таблица 15. Характеристики винтовых анкеров

Диаметр трубопровода, мм	Диаметр анкера, мм	Предельное сопротивление анкера, Н
720	300	$3,0 \cdot 10^4$

Тогда количество винтовых анкеров, необходимых для закрепления трубопровода 720х15 длиной 1 км, определится по формуле (4):

$$N = \frac{2 \cdot 1000}{8,37} \approx 240;$$

стоимость закрепления трубопроводов винтовыми анкерными устройствами определяется по федеральным единичным расценкам [7] (таблицы 16, 17).

Таблица 16. Стоимость балластировки трубопровода винтовыми анкерными устройствами (1 шт.)

Трубопровод	Уровень цен на 2000 г., руб.	Уровень цен на 2018 г., руб.
Ду = 700 мм	2243,13	15387,87

Таблица 17 Стоимость балластировки 1 км трубопровода с помощью ВАУ

Наименование	Шаг ВАУ $l_a, \text{ м}$	Кол-во $N, \text{ шт.}$	Стоимость $S_{(1 \text{ км})}, \text{ тыс. руб.}$
ВАУ ($D_y=720$)	8,37	240	3693,1

Для оценки *экономической эффективности* необходимо провести сравнительный анализ строительства трубопровода с использованием различных балластирующих устройств. При этом наиболее выгодный вариант оценивается с помощью следующих показателей: внутренней нормы доходности, чистого дисконтированного дохода, индекса доходности, срока окупаемости.

Внутренняя норма доходности (ВНД) - норма дисконта (E_H), при которой сумма приведенных эффектов равна приведенным капитальным вложениям [13]:

$$\sum_{t=1}^T [(R_t - Z_t) / (1 + E)^t] = \sum_{t=1}^T [KB_t / (1 + E)^t], \quad (7)$$

где KB_t - сумма авансированных капитальных вложений за период t ;

T - год начала эксплуатации производственных мощностей, $T = i + 1$;

t - год авансирования капитальных вложений;

R_t - интегральные результаты капитальных вложений за период t ;

Z_t - интегральные затраты капитальных вложений, включая выплаты процентной ставки на капитал, за период t .

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) - это сумма текущих эффектов от осуществления капитальных вложений за весь расчетный период (T), приведенный к году начала авансирования, то есть это разница между интегральными результатами (R) и интегральными затратами (Z), включая выплаты процентной ставки на капитал:

$$\text{ЧДД} (\mathcal{E}_{\text{чм}}) = \sum_{t=1}^T [(R_t - Z_t) / (1 + E)^t]. \quad (8)$$

Индекс доходности (ИД) - это интегральный эффект или чистый дисконтированный доход, приходящийся на 1 руб. авансированных капитальных вложений:

$$\text{ИД} = 1 + \frac{\text{ЧДД}}{KB}. \quad (9)$$

Коммерческая эффективность рассчитывается в целом по проекту и по участникам с учетом их вклада.

Эффект, который создается в течение месяца, квартала или года, - это поток реальных денежных средств. Результат инвестиционной или операционной (эксплуатационной) деятельности может быть положительным или отрицательным.

В случае, когда поступления (приток) денежных средств (Π_{it}) превышают расход (отток) этих средств (O_{it}), результат является положительным: $+PZ = \Pi_{it} - O_{it}$ (при $\Pi_{it} > O_{it}$). Убыточный, или отрицательный, результат инвестиционной и операционной деятельности в t -м году будет при $\Pi_{it} < O_{it}$ [13].

Общий результат проекта на протяжении всей его жизни определяется как сумма эффектов каждого года:

$$PZ_{\text{общ}} = \sum_{t=1}^T PZ_t, \quad (10)$$

где T - период жизни инвестиционного объекта с момента начала авансирования и вплоть до ликвидации материальных капитальных вложений.

Срок окупаемости строительства:

$$T_{\text{ок}} = \frac{KBt}{\Delta\Pi + A_t}, \quad (11)$$

где $\Delta\Pi$ - годовой прирост чистой прибыли, полученной предприятием за определенный период за счет реализации капиталовложений;

A_t - амортизационные отчисления за период t .

Амортизационные отчисления всех основных средств определяется линейным способом:

$$A = \frac{S}{T}, \quad (12)$$

где S - начальная стоимость основных средств;

T - срок эксплуатации.

Капитальные вложения на строительство трубопровода с использованием различных устройств представлены в таблице 18.

Таблица 18. Капитальные вложения на строительство 1 км трубопровода

Капитальные вложения (тыс. руб.) на строительство трубопровода с использованием:			
УБО	УТК	БАУ	БА
7552,1	8618,1	9424,0	6699,2

Тарифная ставка на перекачку продукта по трубопроводу принята 432,05 руб./млн м³ · км. Производительность трубопровода 4000 млн м³/год.

Тогда годовая выручка от перекачки продукта по трубопроводу составит:

$$432,05 \cdot 4000 = 1728,2 \text{ тыс. руб.}$$

Для наглядного сравнения по результатам расчётов построен график окупаемости различных проектов строительства (рисунок 1), где изображено изменение чистого дисконтированного дохода с течением времени.

В таблице 19 представлен расчет основных показателей экономической эффективности строительства 1 км трубопровода с использованием различных балластирующих устройств.

Рисунок 1. График окупаемости строительства трубопровода

Таблица 19. Показатели экономической эффективности строительства 1 км трубопровода

Показатель	Строительство трубопровода с использованием:			
	УБО	УТК	БАУ	БА
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	3178,6	2346,0	1716,4	3844,9
Срок окупаемости, лет	8,47	10,66	12,82	7,03
Индекс доходности	1,42	1,27	1,18	1,57
Внутренняя норма доходности, %	21,58	19,28	17,87	23,93

Вывод

Исходя из полученных результатов, можно заключить, что закрепление трубопровода вакуумными анкерными устройствами на проектных отметках является экономически целесообразным. Срок окупаемости дан-

ного проекта строительства наименьший и составляет 7,03 года, чистый дисконтированный доход в конце срока службы трубопровода максимальный – три миллиона восемьсот сорок пять тысяч рублей.

Список литературы

1. Hurst W., Bellamy L., Geber J., Astley J. Analysis of Accident Cause on Pipelines // *Journal of Hazardous Mater.* 1991. Vol. 26, No. 2. P. 21-25.
2. Kharionovsky V. Engineering Approaches to the Problem of Underwater Gas-Pipeline Stability // *Offshore South East Asia 9th Conference and Exhibition (Preprints)*, 1992. P. 397-404.
3. Webb B. Here's an Update on Pipeline Anchoring // *Oil and Gas Journal*. 1983. Vol. 81, No. 20. P. 79-83.
4. Пат. 168768 РФ, МПК Е 02 В 5/80. Вакуумное анкерное устройство / Гулин Д.А., Султанмагомедов С.М., Хасанов Р.Р. 2016141765, Заявлено 24.10.2016; Оpubл. 17.02.2017. Бюл. 5.
5. Гулин Д.А., Салихов Б.И., Султанмагомедов Т.С., Султанмагомедов С.М. Расчет удерживающей способности вакуумного анкерного устройства // *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*. 2017. Вып.3. С. 33-37.
6. Федеральный закон от 25.02.1999 г. № 39-ФЗ. Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений (принят ГД ФС РФ 15.07.1998).
7. ФЕР 81-02-25-2001. Ч. 25. Магистральные и промысловые трубопроводы. М., 2015. 54 с.
8. Приказ Госстроя РБ от 19 января 2018 года № 8. Об утверждении индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ объектов бюджетного финансирования к уровню цен сметно-нормативной базы 2001 года в действующей редакции.
9. ГСН 81-05-2001-01. Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений. М.: Госстрой России, 2001. 17 с.
10. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы (Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*). М.: ФАУ «ФЦС», 2013. 93 с.
11. ГОСТ 8696-74. Трубы стальные электросварные со спиральным швом общего назначения. Технические условия (с Изменениями № 1-6). М.: Министерство черной металлургии СССР, 2001. 53 с.
12. ФЕР 81-02-05-2001. Ч. 5. Свайные работы. Опускные колодцы. Закрепление грунтов. М., 2014. 72 с.
13. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (утв. Госстроем Рос-

References

1. Hurst W., Bellamy L., Geber J., Astley J. Analysis of Accident Cause on Pipelines. *Journal of Hazardous Mater.* 1991, Vol. 26, No. 2, pp. 21-25.
2. Kharionovsky V. Engineering Approaches to the Problem of Underwater Gas-Pipeline Stability. *Offshore South East Asia 9th Conference and Exhibition (Preprints)*, 1992, pp. 397-404.
3. Webb B. Here's an Update on Pipeline Anchoring. *Oil and Gas Journal*, 1983, Vol. 81, No. 20, pp. 79-83.
4. Gulina D.A., Sultanmagomedov S.M., Hasanov R.R. *Vakuumnoe ankernoe ustrojstvo* [Vacuum Anchor Device]. Patent RF, No. 168768, 2017. [in Russian].
5. Gulina D.A., Salihov B.I., Sultanmagomedov T.S., Sultanmagomedov S.M. *Raschet uderzhivajushhej sposobnosti vakuumnogo ankernogo ustrojstva* [Calculation of the Carrying Capacity of the Vacuum Anchor Device]. *Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ja* - Transport and Storage of Oil Products and Hydrocarbons, 2017, Issue 3, pp. 33-37. [in Russian].
6. *Federal'nyi zakon ot 25.02.1999 g. № 39-FZ. Ob investicionnoj dejatel'nosti v Rossijskoj Federacii, osushhestvljaemoj v forme kapital'nyh vlozhenij* [The Federal Law, No. 39, 1999. About Investment Activities in Russian Federation Carried out in the Form of Capital Investments]. [in Russian].
7. *FER 81-02-25-2001. Ch. 25. Magistral'nye i promyslovye truboprovody* [FER 81-02-25-2001. P. 25. Trunk and Field Pipelines]. Moscow, Gosstroj Rossii, 2015. 54 p. [in Russian].
8. *Prikaz Gosstroja RB, No. 8, 2018. Ob utverzhdenii indeksov izmenenija smetnoj stoimosti stroitel'no-montazhnyh rabot ob'ektov bjudzhetnogo finansirovanija k urovnju cen smetno-normativnoj bazy 2001 goda v dejstvujushhej redakcii* [Order of the Gosstroy of the Republic of Bashkortostan of January 19, 2018 No. 8. About Approval an Index of Changes Estimated Cost of Construction and Installation Works of Budgetary Financing Objects to the Price Estimate-Normative Base 2001 Year Level in Current Version]. [in Russian].
9. *GSN 81-05-2001-01. Sbornik smetnyh norm zatrat na stroitel'stvo vremennyh zdaniy i sooruzhenij* [GSN 81-05-2001-01. Compendium of Base Cost Indexes for the Construction of Temporary Buildings and Structures]. Moscow, Gosstroj Rossii, 2001. 17 p. [in Russian].

сии, Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госкомпромом России 31 марта 1994 г. № 7-12/47).

10. *SP 36.13330.2012 (aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.05.06-85*)*. *Magistral'nye truboprovody* [SP 36.13330.2012 (Update Edition of SNiP 2.05.06-85*). Trunk Pipelines]. Moscow, FAU «FCS», 2013. 93 p. [in Russian].

11. *GOST 8696-74. Truby stal'nye jelektrosvarnye so spiral'nym shvom obshhego naznachenija. Tehnicheskie uslovija (s izmenenijami N 1-6)* [State Standard 8696-74. General-Purpose Electrically-Welded Spiral Seam Steel Pipes. Specifications]. Moscow Ministerstvo chernoj metallurgii SSSR, 2001. 53 p. [in Russian].

12. *FER 81-02-05-2001. Ch. 5. Svajnye raboty. Opusknye kolodcy. Zakreplenie gruntov* [FER 81-02-05-2001. P. 5. Piling Works. Lowering wells. Fixing of Soils]. Moscow, Gosstroj Rossii, 2014. 72 p. [in Russian].

13. *Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh proektov i ih otboru dlja finansirovanija (utv. Gosstroyem Rossii, Minekonomiki RF, Minfinom RF, Goskompromom Rossii 31 marta 1994 g. № 7-12/47)*. [Guidelines for Evaluation of Investment Project Efficiency and Its Selection for Financing (approved by the State Construction Committee of Russia, the Ministry of Economy of the Russian Federation, the Ministry of Finance of the Russian Federation, the State Company of Russia on March 31, 1994, No. 7-12 / 47)]. [in Russian].

Авторы

• Габбасов Динар Данилович
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Студент кафедры «Сооружение и ремонт
газонефтепроводов и газонефтехранилищ»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: gdinar2297@gmail.com

• Гулин Денис Алексеевич
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Старший преподаватель кафедры «Сооружение
и ремонт газонефтепроводов
и газонефтехранилищ»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
тел. (347) 242-09-14
e-mail: denis.ufa@list.ru

• Султанмагомедов Султанмагомед
Магомедтагирович, д-р техн. наук
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Султанмагомедов Султанмагомед
Магомедтагирович
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: ftt65@mail.ru

The Authors

• Gabbasov Dinar D.
Ufa State Petroleum Technological University
Student of Construction and Repair of Gas and Oil
Pipelines and Gas and Oil Storage Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: gdinar2297@gmail.com

• S Gulin Denis A.
Ufa State Petroleum Technological University
Senior Lecturer of Construction and Repair of Gas
and Oil Pipelines and Gas and Oil Storage
Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
tel: (347) 242-09-14
e-mail: denis.ufa@list.ru

• Sultanmagomedov Sultanmagomed M.,
Doctor of Engineering Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of Construction and Repair of Gas
and Oil Pipelines and Gas and Oil Storage
Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: ftt65@mail.ru