ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Штырев О.О., Протасов В.Н. РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина

ФУНКЦИИ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ В ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

1. Уменьшение шероховатости поверхностей проточных каналов для снижения гидравлического сопротивления и, как результат этого, уменьшения энергозатрат на перекачку транспортируемой среды

Шероховатость покрытия, обеспечивающая гидравлически гладкое течение жидкости в проточных каналах рабочих ступеней насоса с покрытием

$$\Delta_{ПК} \leq \delta\ п.л.,$$

где $\Delta_{ПК}$ — шероховатость покрытия; δ п.л. — толщина ламинарного подслоя

$\delta_{П.Л.} = \frac{N\nu}{\upsilon_0}\sqrt{\frac{8}{\lambda}}$; N - коэффициент; для воды *N* = l l,6; υ_0- скорость набегающего потока;

$\upsilon_0 = 0{,}8\ \sqrt[3]{Qn^2}$ Q- подача; n- частота вращения;

λ - коэффициент сопротивления

$$\lambda = 1/\left(1{,}8\lg \mathrm{Re} - 1{,}5\right)^2$$

Для приближенного расчета наименьшей толщины покрытия в проточных каналах гидравлической части насоса может быть использовано уравнение

$$\delta_{\min}^{пк} = R_{zл} - \delta \quad ,$$

где R_z — параметр шероховатости поверхности.

2. Защита деталей гидравлической части насоса от коррозионного разрушения

Норма на максимально допустимую скорость коррозии металла с покрытием в эксплуатационной среде в течение регламентированного ресурса насоса

$$\upsilon_{M}^{ПК} \leq \frac{\Delta\delta_{M}}{\tau_{p}}$$

где $\Delta\delta_{M}$ - допустимое уменьшение толщины металла или допустимая глубина питтинга;

τ_{p} - регламентированный ресурс насоса

3. Защита неподвижных разъемных соединений в гидравлической части насоса, подвергающихся действию циклических нагрузок вибрации, от фреттинг-коррозии

4. Предотвращение образования значительных отложений смолопарафинов и минеральных солей на поверхностях проточных каналов

Норма на удельное усилие сдвига твердых отложений, при котором обеспечивается их срыв потоком перекачиваемой жидкости

$$[q_{сд}] \leq \frac{(P_1 - P_2) \cdot a}{2 \cdot L}$$

где $[q_{сд}]$ -удельное усилие сдвига; а-наименьший поперечный размер канала; L – длина канала; (P_1-P_2) – перепад давления

5. Защита поверхностей проточных каналов от коррозионно-эрозионного и коррозионно-гидроабразивного износа

Норма на максимально допустимую скорость изменения толщины покрытия при эрозионном и гидроабразивном изнашивании

$$\upsilon_{из} \leq \frac{\Delta\delta^{пк}_{доп}}{\tau_{р}}$$

где $\upsilon_{из}$ - скорость изменения толщины покрытия;

$\Delta\delta^{пк}_{доп}$ - допустимое изменение толщины покрытия

$\tau_{р}$ – регламентированный ресурс насоса

Применение покрытия позволяет также существенно снизить затраты на производство и ремонт деталей рабочей ступени насоса за счет замены нержавеющей стали на углеродистую с защитным покрытием.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ СТУПЕНЕЙ

Двухслойные покрытия с подслоем из жидкой эпоксидно-фенольной грунтовки и покрывным слоем их эпоксидных или полиамидных порошковых материалов

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДВУХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

.Нанесение подслоя из низковязкой жидкой грунтовки методом пневматического напыления с последующим нагревом изделия для частичной полимеризации грунтовочного слоя и нагрева под покрывной слой из порошкового материала

2. Нанесение покрывного слоя из порошкового материала методом пневматического напыления с последующим нагревом для отверждения покрытия

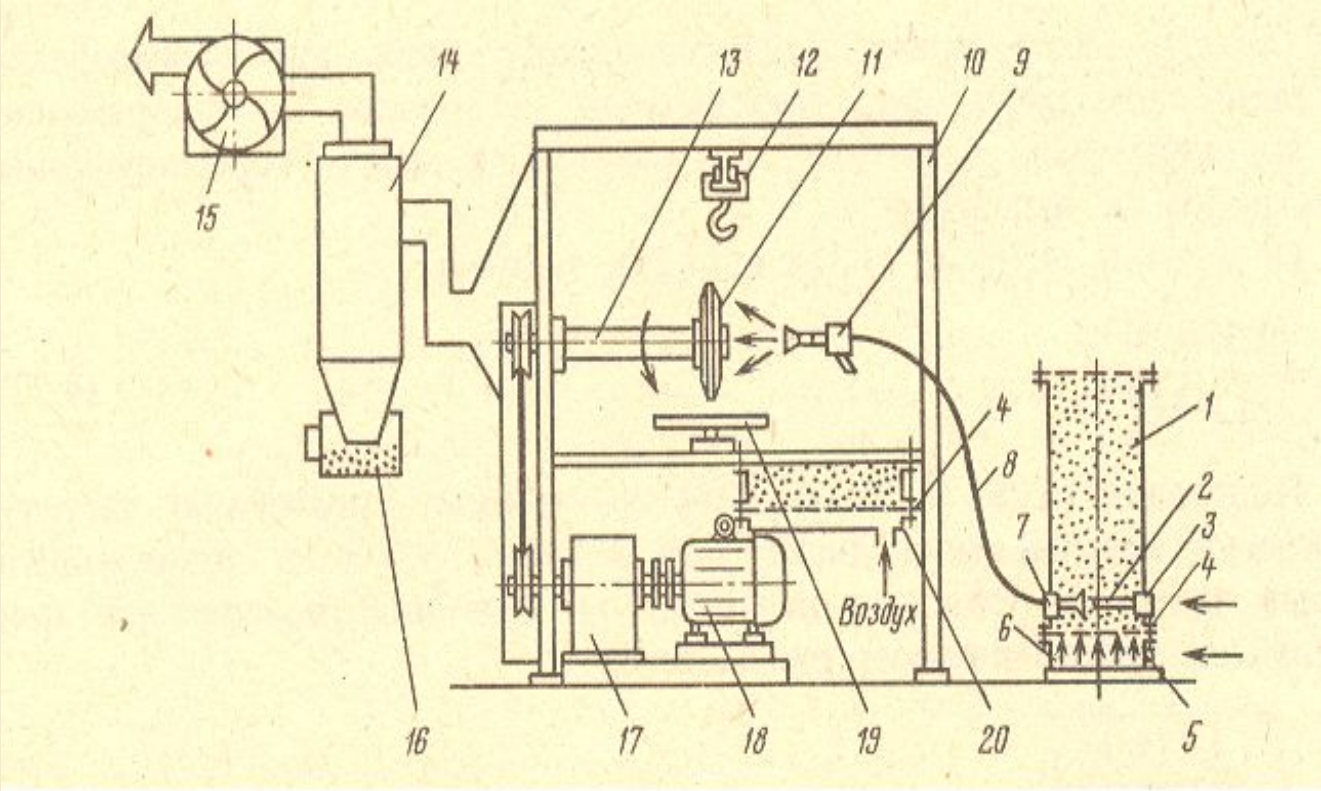
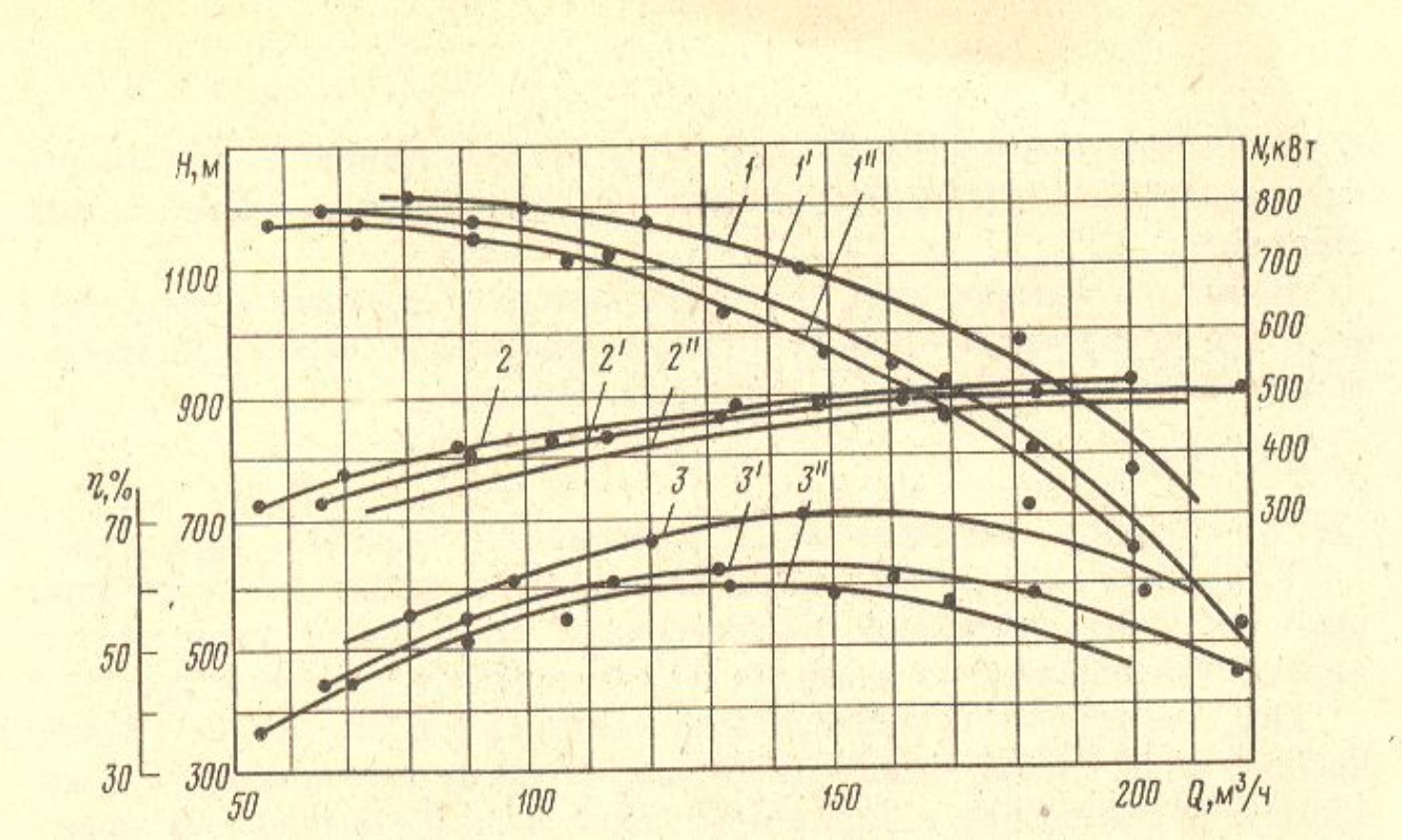


Схема установки для напыления порошковых материалов на детали насосов:

1 — порошковый материал; 2, 7 — эжектор; 3, 5 — штуцеры для подачи воздуха; 4 — пористая перегородка; 6 — пневмокамера; 8 — шланг; 9 — распылитель; 10 — камера для напыления; 11 — окрашиваемое изделие; 12 — подвеска для изделий; 13 — вращающаяся оправка; 14 — рукавный фильтр; 15 — вентилятор; 10 — сборник порошка; 17 — редуктор; 18 — электродвигатель, 19 — поворотный стол; 20 — ванна с псевдоожиженным слоем порошка.

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ РАБОЧИХ СТУПЕНЕЙ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

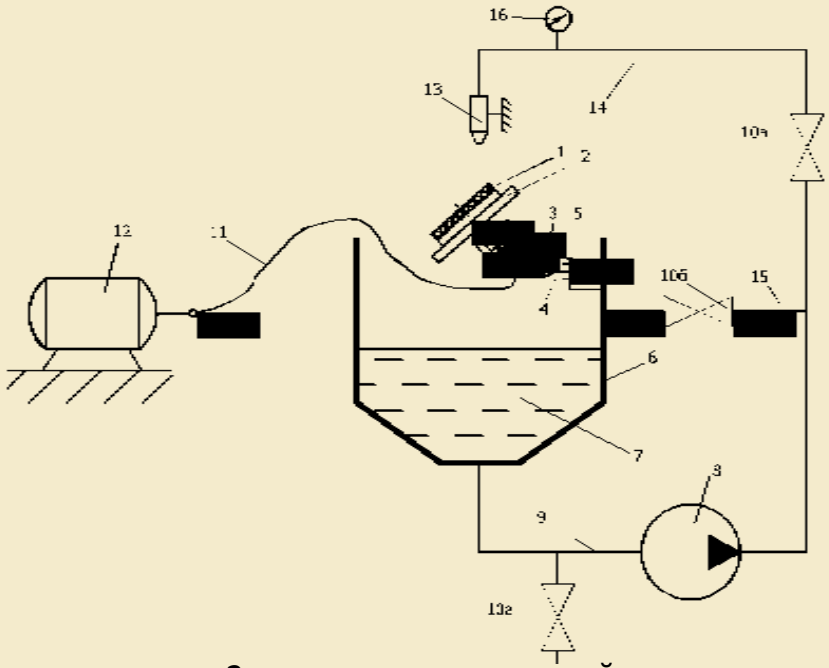
Повышение К.П.Д. насоса типа ЦНС-180 на 6-8%



Технические характеристики центробежного насоса без покрытия (кривые I", 2", 3"), с покрытием дисковых поверхностей рабочих колес (кривые 1', 2', 3') и всех поверхностей рабочих ступеней (кривые 1, 2, 3):
1, 1', 1" — напор *H,* создаваемый насосом; 2, 2', 2" — мощность насоса N; 3, 3', 3" — к. п. д насоса.

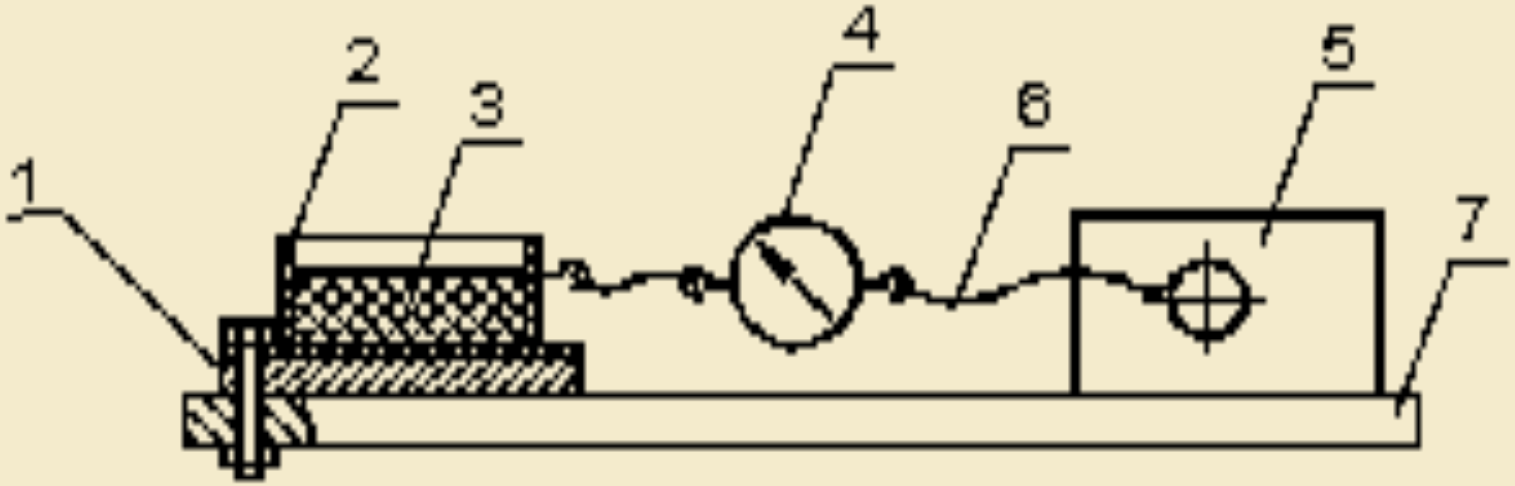
Повышение ресурса насоса в 2-3 раза при перекачке высокоминерализованной сероводородсодержащей сточной воды с твердыми механическими примесями до 90 мг/л и скорости течения потока до 25-30 м/с

Схема установки для испытания покрытий на гидроабразивный износ



1 – образец с покрытием; 2 –столик, вращающийся с постоянным магнитом для крепления образца; 3 – шарнирное устройство для изменения угла наклона оси столика к оси сопла; 4 – державка столика для его перемещения относительно оси сопла; 5 – винт стопорный; 6 – бак; 7 – модельная абразивная жидкость; 8 – насос; 9 – трубопровод всасывающий; 10 – задвижка; 11 – гибкий вал; 12 – электродвигатель; 13 – сопло; 14 – трубопровод нагнетательный; 15 – байпасная линия; 16 - манометр

Схема установки для определения усилия сдвига АСПО относительно покрытия



1 – образец с покрытием, 2 – форма для формирования АСПО , 3 – АСПО, 4 – динамометр, 5 – электродвигатель с регулируемой частотой вращения, 6 – трос, 7 – опорная плита.

Методика назначения нормы на адгезионную прочность покрытия при регламентированном сроке его службы

$$\begin{cases} \sigma_{\text{ад}}(\tau_1) = \sigma_{\text{к.ад}}\left[1 - \left(\dfrac{\tau_1}{\tau_{\text{ст.ад}}}\right)^{0,083}\right] \\ \sigma_{\text{ад}}(\tau_2) = \sigma_{\text{к.ад}}\left[1 - \left(\dfrac{\tau_2}{\tau_{\text{ст.ад}}}\right)^{0,083}\right] \end{cases}$$

$$\text{К} = \frac{1 - \left(\dfrac{\tau_2}{\tau_{\text{ст.ад}}}\right)^{0,083}}{1 - \left(\dfrac{\tau_1}{\tau_{\text{ст.ад}}}\right)^{0,083}}$$

$$\text{К} = \frac{\sigma_{\text{ад}}(\tau_2)}{\sigma_{\text{ад}}(\tau_1)}$$

$$\tau_{\text{ст.ад}} = \tau_0 \cdot e^{\frac{\sigma_{\text{к.ад}} \cdot \gamma}{R \cdot T}}$$

К≥0,92 при $\tau_{\text{ст.ад}}$=2 года , τ_1=70 сут., τ_2=100 сут.