УДК 622.245

**А.М.КОЧЕРГИН, В.В.КУРЯТНИКОВ**
*Российский государственный университет нефти и газа, Москва*

# ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СТРУЙНЫХ АППАРАТОВ, ЦЕНТРОБЕЖНО-ВИХРЕВЫХ И ВИНТОВЫХ НАСОСОВ ПРИ ОТКАЧКЕ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ

Известно, что в настоящее время существует научный резерв, который позволяет, при наличии интереса у нефтяников и производителей нефтегазового оборудования, разрабатывать насосы, размещаемые в скважине и не подверженные вредному влиянию свободного газа, а также наземные подъемные установки для перекачки многофазных сред, вызова притока газожидкостной смеси в процессе заканчивания скважины и перекачивания водонефтегазовых смесей в системах сбора нефти.

It is marked, that now there is scientific backlog, which allows at presence of interest of oilmen and manufacturers of the oil-and-gas equipment to develop as downhole single-rotor unit not subjected to harmful influence of free gas, and ground high-lift unit with the multiphase helical rotor pump for a forcing gas-liquid mixtures at well completion and swapping of water-oil-and-gas mixtures in oil-gathering systems.

При эксплуатации нефтяных скважин погружными центробежными насосами часть свободного газа, содержащегося в пластовой жидкости, вместе с ней попадает в насос. Вследствие этого уменьшается подача и напор насоса, снижается его КПД. Если количество попавшего в насос свободного газа достигает некоторой предельной величины, насос срывает подачу жидкости. Поэтому существует необходимость в использовании других типов насосов, которые способны перекачивать жидкости с достаточно высоким газосодержанием у входа в насос $\beta_{вх}$. Этот параметр учитывает влияние газа на работу погружного насоса и определяется как отношение объемного расхода газа к подаче смеси:

$$\beta_{вх} = Q_г / (Q_г + Q_ж),$$

где $Q_г$ – расход свободного газа, поступающего в насос, при термодинамических условиях у входа; $Q_ж$ – подача жидкости насосом в тех же условиях.

Экспериментальные исследования проводились на стенде лаборатории кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. В качестве модельной жидкости использовалась мелкодисперсная смесь вода – ПАВ – воздух. По результатам экспериментов были построены напорные и энергетические характеристики работы центробежно-вихревых, винтовых насосов и струйных аппаратов на ГЖС.

Результаты показали, что работа центробежно-вихревого насоса на всем протяжении эксперимента была стабильна при входном газосодержании до 40 %. Как показывает опыт, в скважинных условиях насос не может долго работать при подобных условиях. Насос работал более устойчиво, чем обычные ЭЦН, и в крайней левой части характеристики. Следовательно, центробежно-вихревой практически не испытывает вредного влияния газа.

Альтернативой электроцентробежным насосам могут стать также винтовые насосы, рабочие органы которых состоят из металлического винта и обоймы с эластичной обкладкой. Они испытывают меньшее влияние свободного газа, чем центробежные или вихревые. Это связано с объемным принципом работы насосов, который обеспечивает непрерывное перемещение перекачиваемой среды. Даже при газосодержании $\beta_{вх} = 80$ %

винтовые насосы не срывают подачу (при газосодержаниях, превышающих 80 %, экспериментов не проводили из-за опасности повреждения резиновой обоймы винта). Однако подача жидкости и давление насосов при увеличении $\beta_{вх}$ заметно снижаются, т.е. вредное влияние газа на работу винтовых насосов все же наблюдается.

Таким образом, для стабильной работы погружных насосов необходимо использование различного дополнительного оборудования: газосепараторов и струйных аппаратов.

Струйными аппаратами (эжекторами) называются аппараты, в которых происходит смешение и обмен энергии двух потоков разных давлений с образованием смешанного потока. Широкое применение струйных аппаратов в нефтепромысловом деле и других отраслях техники обусловлено их простотой, надежностью и уникальными техническими возможностями. Наибольший интерес для нефтяной промышленности представляют струйные аппараты, предназначенные для эжектирования потока пассивной среды струей рабочей жидкости и последующего их совместного транспортирования.

Влияние свободного газа на работу струйного насоса заметно слабее, чем на характеристики винтового и центробежного насосов. Как показали эксперименты, струйный аппарат устойчиво работает во всей области газосодержания: от 0 до 100 %. При значительном увеличении газосодержания подача жидкости струйным аппаратом уменьшается интенсивнее, но эжектор способен откачивать значительные количества свободного газа. Следует отметить, однако, что струйный аппарат обладает низким КПД.

Изучены зависимость коэффициентов подачи жидкости насосов разных типов в режиме нулевого напора от входного газосодержания:

$$K_Q = \left( \frac{Q^{\beta_{вх}>0}}{Q^{\beta_{вх}=0}} \right),$$

где $Q^{\beta_{вх}>0}$ – подача жидкости при $P_н = 0$ и $\beta_{вх} > 0$; $Q^{\beta_{вх}=0}$ – подача жидкости при $P_н = 0$ и $\beta_{вх} = 0$.

Этот коэффициент показывает, как влияет величина входного газосодержания на различные типы насосов, и насколько их работа отличается от работы «идеального насоса».

Выполненные исследования позволили установить, что среди испытанных гидромашин вредному влиянию свободного газа наиболее подвержен погружной центробежный насос. Вихревой агрегат более устойчив к вредному влиянию газа, а винтовой насос практически его не испытывает. Для струйного аппарата присутствие свободного газа в откачиваемой жидкости является не вредным, а полезным фактором, улучшающим напорную характеристику.

Научный руководитель д.т.н. проф. *А.Н.Дроздов*