

*Гареева З.А.,
кандидат экономических наук,
доцент
доцент кафедры «Экономики и управления на предприятии
нефтяной и газовой промышленности»*

Россия, г. Уфа

Кобзов В.В.,

студент

2 курс, институт нефтегазового бизнеса

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Россия, г. Уфа

РАСЧЕТ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НАСОСНОГО АГРЕГАТА НПС

***Аннотация.** В рамках данной статьи рассматривается методика расчета остаточного ресурса насосного агрегата, работающего на нефтеперекачивающей станции (НПС). Изучено понятие остаточного ресурса оборудования. Перечислены обстоятельства, при которых обязательно проводится расчет остаточного ресурса. Приведена методика, позволяющая провести расчет остаточного ресурса насосного агрегата НПС. В заключение работы делается вывод о важности совершенствования методик расчета остаточного ресурса насосного агрегата НПС, что позволит существенно повысить безопасность эксплуатации оборудования.*

***Ключевые слова:** НПС, остаточный ресурс, насос, нефтегазовая промышленность.*

*Gareeva Z.A.,
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor
Department of Economics and Management in the Oil and Gas Industry
Ufa State Oil Technical University
Russian Federation, Ufa*

*Kobzov V.V.,
student
2nd year student, Institute of Oil and Gas Business Faculty of Scientific
Ufa State Oil Technical University
Russian Federation, Ufa*

CALCULATION OF THE RESIDUAL RESOURCE OF THE PUMPING UNIT OF THE NPS

***Annotation.** Within the framework of this article, the methodology for calculating the residual life of a pumping unit operating at an oil pumping station (NPS) is considered. The concept of the residual resource of the equipment is studied. The circumstances under which the calculation of the residual resource is necessarily carried out are listed. A technique is given that allows calculating the residual resource of the pumping unit of the NPS. In conclusion, the conclusion is made about the importance of improving the methods of calculating the residual life of the pumping unit of the NPS, which will significantly improve the safety of equipment operation.*

***Keywords:** NPS, residual resource, pump, oil and gas industry.*

Насосные агрегаты, устанавливаемые на нефтегазовых предприятиях, относятся к группе промышленных элементов, которые в случае своего повреждения и последующего выхода из рабочего состояния может привести

к достаточно большим финансовым затратам, нарушению экологических показателей окружающей среды и, конечно же, нанести непоправимый ущерб человеческому здоровью.

По данной причине в настоящее время достаточно большое внимание уделяется вопросам прогнозирования и диагностики технического состояния насосных агрегатов, применяемых на НПС. В частности, в число данных работ обязательно входит расчет остаточного ресурса, который в настоящее время является обязательным при проведении экспертизы промышленной безопасности.

В связи с вышесказанным можно с уверенностью сказать, что изучение вопросов, которые касаются расчета остаточного ресурса насосного агрегата НПС, является весьма актуальным в настоящее время.

Расчет остаточного ресурса позволяет оценить общую наработку насосных агрегатов в промежутке от последнего технического обслуживания до достижения предельного рабочего состояния, при котором оборудование выводится из строя. Конечно же, стоит выделить ситуации, при которых проведение расчета остаточного ресурса является необходимым:

- продление нормативного срока службы насосных агрегатов;
- определение рыночной стоимости насосных агрегатов;
- использование насосных агрегатов в экстремальных условиях;
- в соответствие с требованиями представителей Ростехнадзора;
- при возникновении аварийной ситуации и повреждении насосного агрегата [1].

Для проведения расчета остаточного ресурса насосного оборудования, применяемого на НПС, были разработаны специальные методики. Однако из их анализа можно утверждать, что порядок расчета остаточного ресурса насосных агрегатов, работающих на НПС, схож с общей схемой расчета остаточного ресурса для оборудования, которая приведен на следующем рисунке.

Остановимся подробнее на нескольких методиках, позволяющих провести расчет остаточного ресурса насосного агрегата, работающего на НПС. Для вычисления остаточного ресурса насосного оборудования принято проводить расчет минимально возможной толщины стенки δ_{min} в зависимости от величины допустимого напряжения $\sigma_{доп}$ с использованием следующего выражения

$$\delta_{min} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot P_{ном} \cdot D_{вн}}{2\sigma_{доп}}, \quad (1)$$

где $P_{ном}$ – номинальное рабочее давление (в соответствие с паспортными данными на насосный агрегат);

$$K_1 = 1,1;$$

$$K_2 = 1,25;$$

$D_{вн}$ – внутренний диаметр [2].

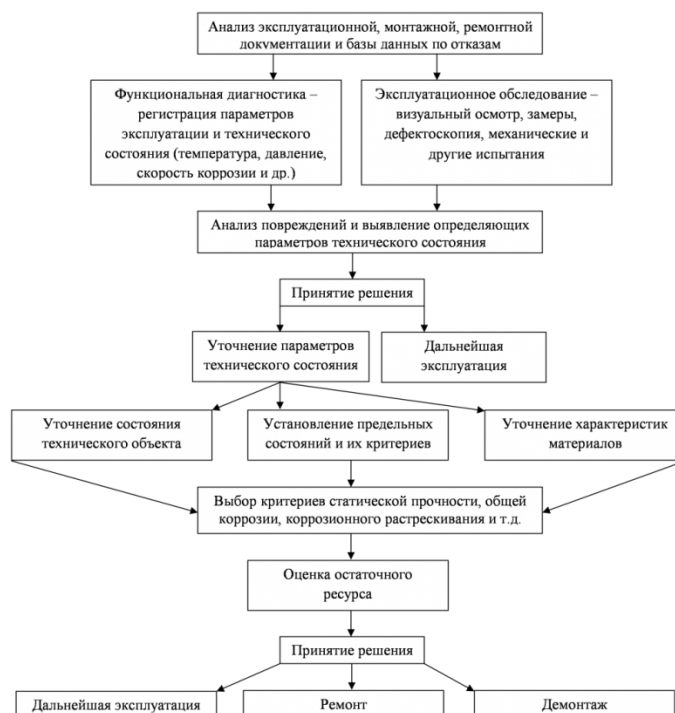


Рисунок 1 – Общий порядок расчета остаточного ресурса оборудования [1]

Магистральные, горизонтальные и вертикальные насосы, применяемые на НПС, относятся к числу оборудования, которое подвергается различного

рода воздействиям, связанным с циклическими нагрузками. Поэтому при расчете их остаточного ресурса принято выбирать наиболее нагруженные элементы и проводить вычисления для них. Остаточный ресурс в таком случае принято вычислять в зависимости от числа циклов нагружения N , которое может выдержать насосный агрегат при заданной нагрузке. Для этого применяется модель Коффина-Мэнсона

$$N = \frac{1}{K_N} \left[\frac{\ln\left(\frac{1}{1-\psi_K}\right)}{4\left(\varepsilon_0 - \frac{0,4\sigma_B}{E}\right)} \right]^{1/m}, \quad (2)$$

где N – число циклов до появления трещины;

$K_N = 10$ – коэффициент надежности;

$\varepsilon_0 = K_\varepsilon \cdot \varepsilon_p$ – амплитуда истинных деформаций;

E – модуль упругости;

ψ_K – относительное сужение;

m - показатель жесткого циклического нагружения [2].

Рассчитанное по формуле (2) количество циклов N до появления трещин определяет остаточный ресурс насосного агрегата в циклах. Остаточный ресурс в годах определяется делением N на число циклов нагружения, которому насосный агрегат подвергается в течение года. По результатам расчетов устанавливается срок следующего освидетельствования, который должен выполняться до истечения ресурса насосного агрегата, но который не может быть более 10 лет [2].

Вычисление остаточного ресурса насосного агрегата по вибрационному состоянию должно проводиться в тех случаях, когда в процессе их работы не могут быть определены причины, по которым возрастают показатели вибрации при нормальном режиме работы и обслуживания насосного агрегата. Значение отклонения полученных параметров вибрации непосредственным образом связана с внешними условиями, временными

интервалами работы насоса и качеством деталей, из которых был собран насосный агрегат. Процесс расчета остаточного ресурса в таком случае проводится на основе графоаналитического метода, в рамках которого в качестве исходных данных применяются те, которые были получены в процессе проведения детального обследования насосного агрегата, и заключается к экстраполяции величины скорости изменения переменной, описывающей вибрацию, и получения величины, которая является пересечением с границей предельного состояния насосного агрегата [2]. В последние годы для проведения подобного рода расчетов с успехом применяются нейронные сети [3].

Также существует методика определения остаточного ресурса насосных агрегатов, применяемых на НПС, основанная на статистическом методе. В рамках данной методики применяются результаты работы насосных агрегатов, которые являются похожими на исследуемые и работающие при одинаковых условиях. Сбор информации о количестве наработок и отказов производится для насосов, которые отработали назначенный им ресурс. В процессе наблюдения фиксируются исключительно последние пять лет работы насосного агрегата. На основе полученной информации производится вычисление показателя, который позволяет охарактеризовать остаточный ресурс насосного агрегата и продление сроков его дальнейшей работы, как математического ожидания среднего значения остаточного ресурса за рассмотренный временной промежуток [2].

В заключение работы хотелось бы отметить, что расчет остаточного ресурса насосных агрегатов, работающих на нефтеперекачивающих станциях, является одной из важнейших операций, без которой попросту невозможно обеспечить высокий уровень безопасности работы всей станции. Однако все действующие методики для проведения расчета остаточного ресурса насосного оборудования в нашем государстве являются немного устаревшими и требуют модернизации. В связи с этим можно говорить о высокой

практической и научной значимости дальнейших работ, посвященных модернизации действующих методик расчета остаточного ресурса.

Литература:

1. Расчет остаточного ресурса ТУ [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <https://expertiza-ntc.ru/diagnostika-i-obsledovanie/raschet-ostatochnogo-resursa-tu> (дата обращения - 17.09.2022 г.).
2. РД 153-39.4Р-124-02. Положение о порядке проведения технического освидетельствования и продления срока службы технологического оборудования НПС МН. – М.: ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ», 2002. – 82 с.
3. Абраменкова, К.Н. Применение нейронных сетей для определения остаточного ресурса безотказной работы насосного оборудования нефтегазовой промышленности / К.Н. Абраменкова, Д.Г. Леонов // актуальные проблемы нефти и газа. – 2020. – № 1 (28). – С. 7-18.