

Рис. 2. Осциллограммы при самозапуске насосного агрегата:
а – зависимость $I_1(t)$; б – зависимость $M_3(t)$; в – зависимость $n_2(t)$

Амплитуда ударного тока при пуске составляет 69,7 А, а при самозапуске – 68,36 А. При пуске двигатель выходит на свою номинальную скорость вращения за 0,24 с, а после восстановления питания – за 0,215 с.

Созданная имитационная модель погружного асинхронного двигателя в связке с центробежным насосом даёт возможность исследовать процесс самозапуска и определять оптимальное время для настройки защитного оборудования. Это важно для повышения надёжности работы всей системы и минимизации рисков, возникающих вследствие сбоев в подаче электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голоднов Ю.М., Хоренян А.Х. Самозапуск электродвигателей. – М.: Энергия, 1974. – 144 с.
2. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных электродвигателей. – М.: Энергоиздат, 1955. – 303 с.
3. Копылов И.П. Проектирование электрических машин: учебник для бакалавров. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2015. – 767 с.
4. Счастливый Г.Г., Семак В.Г., Федоренко Г.М. Погружные асинхронные электродвигатели. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 168 с.

РАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ОБОЛОЧКИ СУДОВОГО КАБЕЛЯ

М.Д. Жульмина

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, группа А2-27

Научный руководитель: А.П. Леонов, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

Увеличения глубины погружения глубоководных аппаратов (ГПА) и подводных судов, обуславливает необходимость создания соответствующих конструкций кабельных изделий.

Методика расчета толщины оболочки для судовых кабелей, под воздействием экстремально-го гидростатического давления на сегодняшний день однозначно не сформулирована, поэтому данный вопрос требует проработки и рассмотрения подходов к данному вопросу из смежных отраслей.

При выборе толщины оболочки важно обратить внимание на достаточную механическую прочность и технологичность оболочки. Из-за жестких условий эксплуатации толщина оболочки судовых кабелей выбирается несколько большей, чем у аналогичных несудовых. Базовая формула для определения минимальной, но достаточной толщины стенки цилиндра (идеальной оболочки кабеля) под воздействием внешнего гидростатического давления, выводится из уравнения внешнего давления:

$$t = \frac{P \cdot r}{2 \cdot \sigma}, \quad (1)$$

где t – необходимая толщина оболочки кабеля; P – гидростатическое давление; r – внутренний радиус кабеля; σ – допустимое напряжение для материала оболочки.

Данная формула основывается на теории о тонкостенном цилиндре и справедлива для тонкостенных цилиндрических сосудов высокого давления, подвергающихся воздействию внешнего радиального давления (оболочка кабеля рассматривается как цилиндр). К тонкостенной осесимметричной цилиндрической оболочке относится оболочка, имеющая форму тела вращения, т. е. оболочка полярно симметричная относительно некоторой оси.

Для применения теории о тонкостенном цилиндре необходимо выполнения следующих условий:

внешнее радиальное гидростатическое давление прикладывается равномерно вдоль радиального направления;

оболочка моделируется как тонкостенный цилиндрический сосуд под давлением, где D/t мало (обычно менее 1/10), поэтому допущения о тонкостенности остаются действительны;

материал ведет себя упруго, и допустимое напряжение – это максимальное напряжение, которое может выдержать материал оболочки без повреждений.

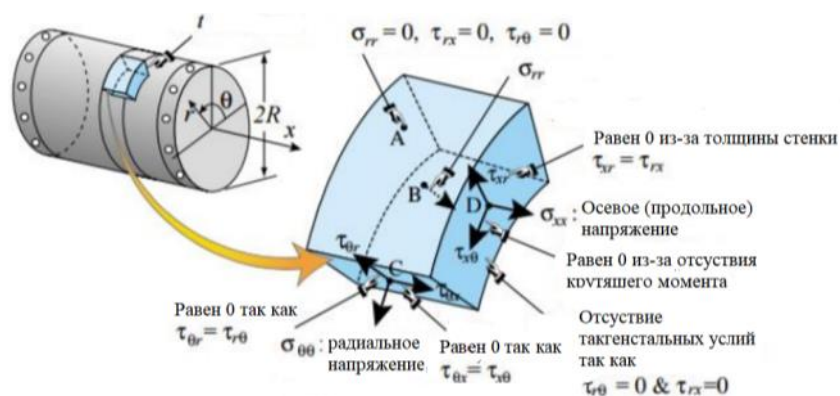


Рис. 1. Элемент стенки тонкостенного цилиндра под давлением

На сегодняшний момент помимо базовой формулы существуют еще несколько подходов к расчету толщины оболочки судового глубоководного кабеля, однако они основаны на прошлых наработках и эмпирическом подборе.

Уравнение нагрузки, используемое в [1], для расчета толщины трубопровода, надлящего под воздействие внешнего гидростатического давления представляет собой уравнение Хагсмы, определяемое как

$$(p_c - p_{el}) \cdot (p_c^2 - p_p^2) = p_c \cdot p_{el} \cdot p_p \cdot f_o \cdot \frac{D}{t}. \quad (2)$$

В вышеизложенном уравнении: p_c – предельное давление разрушения; p_{el} – давление упругого сжатия; p_p – давление пластического разрушения; f_o – овальность поперечного сечения кабеля; D – номинальный наружный диаметр кабеля; t – номинальная толщина кабеля (трубы).

Овальность можно определить как

$$f_o = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D}. \quad (3)$$

Здесь D_{\max} и D_{\min} – максимальный и минимальный внешний диаметр кабеля соответственно, где D – номинальный внешний диаметр.

Стоит отметить, что существует другая формула для определения овальности, определяемое как

$$f_o = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max} + D_{\min}}. \quad (4)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. DNV-OS-F101. Submarine Pipeline Systems: offshore standard. – Baerum: Det NorskeVeritas, 2012. – 367 с.
2. Расчет на прочность тонкостенных оболочек вращения и толстостенных цилиндров: учебное пособие / сост.: В.Ф. Першин, Ю.Т. Селиванов. – Тамбов : Из-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 20 с.
3. Björn Fallqvist. Collapse of thick deepwater pipelines due to hydrostatic pressure: Master thesis report. – Stockholm, 2009. – 74 p.
4. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов: учебное пособие / С.Н. Виноградов, К.В. Таранцев. – Пенза: Из-во Тамб. гос. ун-та, 2004. – 20 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МАССЫ ГРАФИТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО РЕАКТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Д.А. Корытов¹, Т.С. Шляхов², П.В. Поваляев³

Томский политехнический университет,

¹ ИШЭ, ОЭЭ, группа 5А26; ² ИШЭ, ОЭЭ, группа 5А22; ³ ИШЭ, ОЭЭ, группа А1-48

Научный руководитель: А.Я. Пак, д.т.н, профессор ОЭЭ ИШЭ ТПУ

В настоящее время развитие методов синтеза тугоплавких, сверхтвердых материалов является важной областью развития промышленности и материаловедения, в частности. Существует большое количество методик получения материалов и исследований по их изучению. Наиболее распространёнными методами получения тугоплавких материалов являются такие методы как, металлотермическое восстановление, электролиз растворов и расплавов, метод зонной плавки [1, 2]. Также стоит отметить электродуговой метод синтеза материалов, авторами данного исследования в течение нескольких лет активно развивается данный метод [3].

Электродуговой синтез происходит в безвакуумной среде. Данный метод имеет ряд преимуществ за счет протекания реакций в атмосфере воздуха, то есть без использования защитных сред в виде вакуума или инертных газов, что значительно упрощает конструкцию установки, а также данная методика синтеза характеризуется высокой скоростью протекания процесса синтеза. Все вышеуказанные преимущества снижают энергетические и, соответственно, экономические затраты. Помимо этого, реализовано большое количество работ по получению карбидов и боридов металлов, также в процессе исследований разработано множество модификаций для реализации данной методики.