

Результаты всех расчетов сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов

$h$	$P$	$V$	$I(V)$	$I(P)$	$\delta I$
м	кПа	м <sup>3</sup>	мА	мА	мА
0	0	0	4	4	0
0,149	1,5	0,108	4,046	4,4	-0,354
0,249	2,5	0,501	4,213	4,667	-0,454
1,488	15	10,176	8,327	8	0,327
2,976	30	19,326	12,218	12	0,218
4,464	45	28,476	16,109	16	0,109
5,952	60	37,626	20	20	0

Все изменения можно внести в датчик избыточного давления Сенсор-М-123 либо обратившись на завод изготовитель, либо самостоятельно при помощи «USB-адаптера к датчикам с выходом 4-20 мА».

Список использованных источников

1. Хансуваров, К.И. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара [Текст]: учеб. пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1990. –287 с.

2. Датчики давления микропроцессорные СЕНСОР-М [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа:[http:// www.belsensor.by /rh-sensor-m.pdf](http://www.belsensor.by/rh-sensor-m.pdf).-Дата доступа: 19.11.2019.

3. USB-адаптера к датчикам с выходом 4-20 мА. [Электронный ресурс]: [www.belsensor.by/rh- СЕНСОР-USB-ТО-17.pdf](http://www.belsensor.by/rh-СЕНСОР-USB-ТО-17.pdf).-Дата доступа: 19.11.2019.

**Козорез А.С., Филиповец П.М.,  
ОАО «Завод Промбурвод», г. Минск  
Башко Ю.А.**

*Государственное научное учреждение «Институт жилищно-коммунального хозяйства Национальной академии наук Беларуси»  
г. Минск*

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИНХРОННОГО ПРИВОДА  
ДЛЯ ВОДОПОДЪЁМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Сегодня, во всех странах, где уделяется особое внимание повышению энергетической эффективности процесса подъема воды из артезианских скважин, выделяется тенденция применения электронасосных агрегатов с

синхронными двигателями. Они являются менее энергоемкими в сравнении с существующими агрегатами с асинхронным приводом.

Синхронные электродвигатели отличаются более высоким КПД и соответственно, полезной нагрузкой. Изменение нагрузки приложенной к валу ротора электродвигателя не оказывает влияния на частоту его вращения. При ударных нагрузках сохраняется постоянство частоты вращения двигателя и рабочего колеса насоса.

Вид на синхронный электродвигатель с ротором на постоянных магнитах и его сборочные узлы представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Представлены фото:

- а) – синхронного электродвигателя; б) – обмотанного статора;  
в) – ротора; г) - сегмента ротора с постоянными магнитами

Принимая во внимание преимущества синхронных электродвигателей для привода погружных скважинных насосов в ОАО «Завод Промбурвод» создан типоразмерный ряд электродвигателей шестидюймового габарита с ротором на постоянных магнитах, который, закрывается тремя типоразмерами синхронного электродвигателя.

Конструктивной особенностью работы синхронного электродвигателя является равенство скорости вращения ротора и скорости вращения магнитного потока (поля). С учетом этого для его запуска и работы обязательно требуется система управления с частотным преобразователем.

Оснащение насосного оборудования погружным синхронным электродвигателем и устройством управления дало возможность создания ОАО «Завод Промбурвод» высокоэффективной системы подачи воды СВ – 6.

С целью определения эффективности применения синхронного привода на базе испытательной лаборатории ОАО «Завод Промбурвод» были проведены серии заводских испытаний погружных скважинных насосов серии СПА8-80-нро в составе электронасосных агрегатов с синхронными приводами СВ-6 из типоразмерного ряда двигателей производства ОАО «Завод Промбурвод» и асинхронными аналогами «Franklin Electric».

На основании результатов испытаний произведен расчет удельной потребляемой мощности на  $1\text{ м}^3/\text{ч}$  и  $1\text{ м}$  напора и относительный показатель снижения (экономии) удельной потребляемой мощности, который

показал, что удельная потребляемая мощность у электронасосных систем с синхронным приводом ниже, чем у агрегатов с асинхронными двигателями-аналогами от 9,51 до 12,55%.

Принимая во внимание тот факт, что повышение эффективности и надежности оборудования связано с определенными материальными затратами произведен расчёт показателей экономической эффективности применения систем электронасосных с синхронным приводом.

Расчёт проводился, с применением стандартных методик оценки экономической эффективности новой техники [1, 2, 3] и программного обеспечения Microsoft «Excel», для образца системы высокоэффективной СВ-6 (26 кВт) имеющего наименьший показатель снижения удельной потребляемой мощности на  $1\text{ м}^3/\text{ч}$  и 1м напора (9,51%) в сравнении с асинхронным электродвигателем (26 кВт) «Franklin Electric» (аналогом) имеющим наибольшую стоимость (асинхронный электродвигатель (26 кВт) «Franklin Electric» – 6 380 бел. руб. и система синхронная СВ-6 (26 кВт) ОАО «Завод Промбурвод» – 11 770 бел. руб. (в ценах на 01.10.2019г.)).

Результаты расчета экономической эффективности применения системы высокоэффективной СВ-6 в сравнении с базовым асинхронным агрегатом «Franklin Electric» показали что, при снижении удельной потребляемой мощности на 9,51 % предполагается годовая экономия электроэнергии до 27 156 кВт·ч.

Расчетный экономический эффект от внедрения системы подачи воды СВ-6 составляет порядка 7 414 бел. рублей (около 3,5тыс. у.е.) (в ценах на 01.10.2019г.) при стоимости оборудования 11 770 бел. руб. без НДС.

При этом простой срок возврата дополнительных капитальных вложений составляет порядка 1,63 года, а динамический срок возврата дополнительных капитальных вложений – 1,88 года.

В настоящее время ведется широкая проверка эффективности применения водоподъемного оборудования с приводом от синхронных систем в производственных условиях на водозаборных скважинах водоканалов Молодечно, Борисова и Новополоцка.

Так водозабор «Фелицианово» УП «Минскводоканал» с октября 2017 года работает на таких системах. За время эксплуатации получена экономия электроэнергии в размере 9,8 %. В первом квартале текущего года, введен в эксплуатацию второй водозабор «Боровляны» этого предприятия, где все скважины оборудованы электронасосными агрегатами с приводом от синхронных систем. За квартал эксплуатации получена экономия в 18 %. На предприятии также ведутся проектные работы на использование высокоэффективных систем еще трех водозаборов.

На водозаборе «Лебедевский» КЖУП «Уником» в течение года эксплуатируется система мощностью 45 кВт, которая сэкономила 82 тыс. кВт\*ч электроэнергии или 18,9 %. Вторая система мощностью 37 кВт на этом же водозаборе за три месяца этого года сэкономила 28,4 %. Ожидаемый срок окупаемости этих двух проектов не должен превысить двух лет[4].

В заключение следует отметить, что результаты заводских испытаний и производственной проверки подтверждают эффективность применения синхронного привода в системах подачи воды из скважин, при достаточно высокой стоимости синхронных систем (стоимость высокоэффективных синхронных систем примерно в 1,7 – 2,6 раза выше, чем асинхронных) срок окупаемости их не превышает два года.

#### Список использованных источников

1. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей ТКП 151–2008 (02150). Технический кодекс установившейся практики: ОСТ 10.2.18– 2001. – Минск: Минсельхозпрод, 2001. – 14 с. 2.

2. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки: стандарт отрасли: ОСТ 10.2.18–2001. – Минск, 2001. – 32 с. 3. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки: ГОСТ 23728–88 – ГОСТ 23730–88. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 24 с. 4.

3. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / М-во сельского хоз-ва и продовольствия Рос. Федерации; Всерос. науч.-исслед. ин-т экономики сельского хоз-ва. – М., 1998. – 219 с.

4. Хотите экономить электроэнергию на водозаборных скважинах? [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://promburvod.com/coverco.html>. – Дата доступа: 31.07.2019.

**Кривовязенко Д.И., ст. преподаватель**

***УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь***

### **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОЧЕК БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ СПОСОБЕ КОАГУЛЯЦИИ**

Молочная сыворотка является вторичным сырьевым ресурсом молочной промышленности. Она обладает пищевой и биологической ценностью, имеет специфический химический состав, физико-химические свойства и ряд других характеристик.

Белковый состав молочной сыворотки представлен основными белковыми фракциями:  $\beta$ -лактоглобулины,  $\alpha$ -лактоальбумины, иммуноглобулины и бычий сывороточный альбумин [1].  $\beta$ -лактоглобулины