

## СИСТЕМЫ ДОЗИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В. Р. Муртазин<sup>1</sup>, Ю. С. Бикмаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>rainbowvipers@yandex.ru, <sup>2</sup>bikmaewa.iu@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

**Аннотация.** Посвящена исследованию проблем, возникающих при эксплуатации существующих и при разработке новых нефтяных месторождений. Исследуются методы, применяемые для устранения отложений неорганических солей, АСПО и коррозии элементов, используемые в добыче нефти. Рассматриваются плюсы и минусы насосных устройств, наиболее применяемых в системах дозирования. Приводятся графики концентраций дозируемого реагента, в зависимости от типа применяемого приводного устройства. Описываются современные дозировочные установки, их характеристики и конструктивные особенности.

**Ключевые слова:** системы дозирования; малый расход; нефтепровод; жидкость; утечки; плунжерный насос; приводные устройства.

### ВВЕДЕНИЕ

Разработка нефтяных месторождений влечет за собой ухудшение условий добычи. Снижается температура и давление в пластах, изменяются геохимические условия пластовой среды: кислотностно-щелочные, окислительно-восстановительные свойства, минерализация и ионный состав пластовых вод, и т.д. Увеличение степени обводненности продукции скважин приводит к увеличению удельного веса, вязкости и оптической плотности нефти [1]. Эксплуатируемые нефтяные месторождения России существенно истощены. Вводимые новые, особенно в Восточной Сибири, на шельфе и даже на начальной стадии обладают целым комплексом осложнений [1].

Современный уровень развития нефтедобывающей отрасли характеризуется разнообразием применяемых методов и технологий борьбы, предупреждения образования осложнений. По причине разнообразия геолого-физических условий процессов разработки и эксплуатации объектов – проблема борьбы и предупреждения осложнений продолжает оставаться актуальной. Повышение эффективности методов и тех-

нологий разработки месторождений требует постоянного совершенствования применяемых методов, реагентов и технологий их применения [1].

Многолетний опыт борьбы с образованием отложений неорганических солей на внутренней поверхности нефтегазопромыслового оборудования, асфальтосмолопарфиновыми отложениями и коррозией скважинных элементов, как в России, так и за рубежом, показывает, что эффективным как с технической, так и с экономической точек зрения является применение реагентов [1].

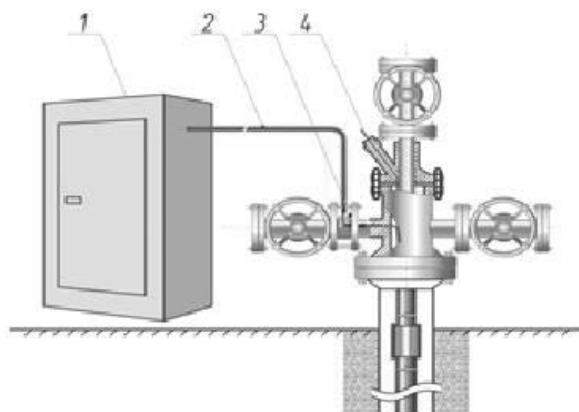
Рост количества осложненных скважин требует значительно увеличить потребление химических реагентов и повысить эффективность их использования. Появление новых высокоэффективных ингибиторов коррозии, солеотложений, деэмульгаторов и других реагентов существенно меняет технологию подачи в скважину. Требуется обеспечение бесперебойной, точной дозировки малых объемов реагента (не более 2 л/сут) в наиболее проблемный интервал скважины: на прием насоса, в колонну насосно-компрессорных труб, в интервал перфорации [1].

### ОБЗОР СИСТЕМ ДОЗИРОВАНИЯ

Дозировочные установки позволяют доставлять реагент в наиболее проблемный интервал скважины: на прием насоса, в колонну насосно-компрессорных труб, в интервал перфорации, что приводит к значительному снижению дозировочных дорогостоящих реагентов и повышает эффективность защиты от осложнений.

Дозирование данным способом позволяет добиться: высокой точности дозирования реагента; снижения расхода относительно закачки в «затруб»; оперативного определения эффективности и концентрации реагента. Недостатком является сложность монтажа установки [1].

Дозировочная установка представляет собой блок контейнер, в котором размещены: емкость с ингибитором, насосный агрегат, блок управления, гидравлическая обвязка (рис. 1) [1].



**Рис. 1.** Схема подачи химического реагента:  
1 – дозировочная установка; 2 – капиллярный трубопровод; 3 – устройства ввода; 4 – устройства ввода через боковой отвод фонтанной арматуры

В системах дозирования чаще всего применяются мембранные или плунжерные насосы.

Мембранные насосы позволяют точно регулировать поток с возможностью перекачки абразивных жидкостей и жидкостей с высокой вязкостью.

Недостатком мембранных насосов является деформация мембраны, которая приво-

дит к ее быстрому разрушению. Поэтому для мембранных насосов вводят ограничения по давлению [1].

Высокие давления в системах дозирования (порядка 25 МПа) обуславливают применение плунжерных насосов, которые обладают возможностью высокоточного возвратно-поступательного движения плунжера, в сочетании с высокой производительностью и давлением. Недостатками данных насосов являются: неравномерность подачи жидкости, пульсации давления в напорном трубопроводе, быстрый выход из строя уплотнений и, как следствие, утечки перекачиваемой жидкости, что компенсируется использованием длинноходового плунжерного насоса или оснащением насоса системой сбора утечек [1].

Дозировочные насосы применяются со следующими типами приводов: электромагнитный, шаговый и асинхронный (или синхронный).

Электромагнитный привод получил широкое распространение благодаря своей дешевизне и надежности.

Работа привода осуществляется за счет подачи напряжения на обмотки электромагнита. Подача напряжения приводит в движение плунжер дозировочного насоса, возврат плунжера осуществляется с помощью пружины. Регулирование производительности насосов с электромагнитным приводом (см. рис. 2) осуществляется двумя способами – изменением частоты ходов и изменением длины хода.

Применение данного способа регулирования позволяет достичь требуемой производительности при небольшом уровне пульсаций. Одной из особенностей данного типа привода является необходимость перекалибровки насоса при изменении производительности, противодействия или других параметров системы. В момент цикла нагнетания возникают ударные нагрузки на мембрану или плунжер, что вызывает ускоренный выход мембраны или плунжера из строя к повреждению нагнетающей линии [2].

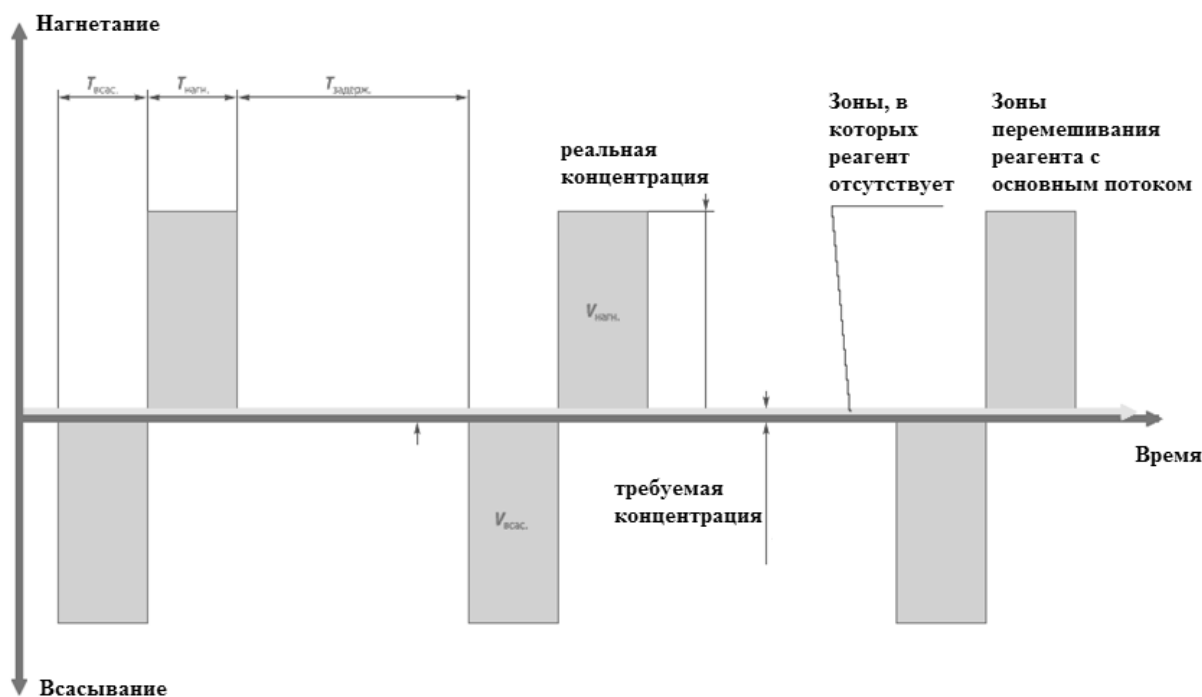


Рис. 2. Работа дозирующего насоса с электромагнитным приводом [3]

Привод с шаговым двигателем (рис. 3) является одной из последних разработок в дозирующей технике. Впервые данный привод для серийно выпускаемых дозирующих насосов применен компанией — «GRUNDFOS». В шаговом приводе плунжер жестко связан с двигателем, и контроль хода плунжера осуществляется в любой момент времени. Применение шагового привода позволяет изменять скорость вращения в любой момент времени. Изменение производительности насоса осуществляется за счет изменения скорости вращения двигателя

ля в цикле нагнетания при постоянной длине хода плунжера и скорости всасывания. Возможность изменения скорости вращения двигателя в широком диапазоне позволяет регулировать подачу насоса от 0,1 до 100 % (диапазон регулирования 1:1000) при сохранении постоянной высокой точности дозирования [2].

Насосы с таким типом привода недостаточно широко распространены на российском рынке из-за стоимости на порядок, превышающей стоимость насосов с электромагнитным и асинхронным приводами.

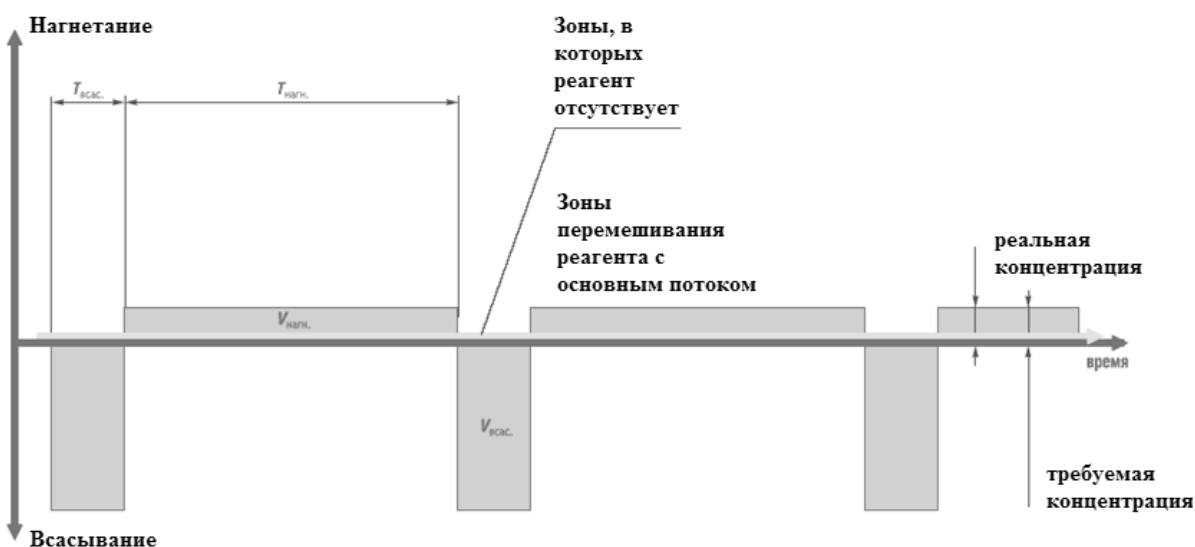


Рис. 3. Работа дозирующего насоса с шаговым приводом [3]

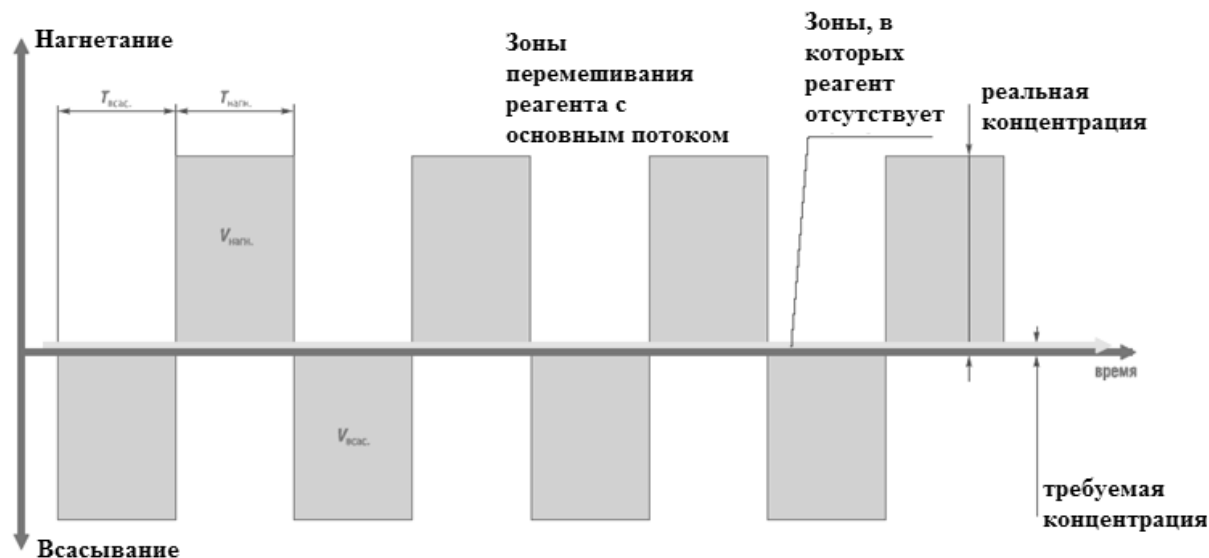


Рис. 4. Работа дозирочного насоса с асинхронным приводом [3]

Возратно-поступательное движение в асинхронном приводе (рис. 4) систем дозирования формируется с помощью эксцентрика. В насосах с более низкой подачей (до 1000 л/ч) с эксцентриком контактирует пружиненный толкатель, который, в свою очередь, приводит в движение плунжер. Регулирование производительности насосов-дозаторов осуществляется подвижным упором, устанавливаемым в требуемое положение для ограничения величины обратного хода толкателя. Подвижный упор позволяет плавно регулировать длину хода плунжера в диапазоне от 0 до 100 %. Регулирование следует применять только при длине хода свыше 10 %, так как при установке меньших значений подача начинает сильно зависеть от противодавления [2].

Асинхронный получил широкое распространение как в России, так в других странах благодаря простоте конструкции и отсутствию жестких требований к технологии изготовления насосов с таким типом привода. Преимущество перед другими типами приводов состоит в невысокой стоимости конструкции и большей передаваемой мощности.

#### СОВРЕМЕННЫЕ УСТАНОВКИ ДОЗИРОВАНИЯ

Многие компании занимаются разработкой дозирующих установок для нефтяной промышленности. Рассмотрим некоторые из них, более распространенные на российском рынке.

Блоки дозирования фирмы «АРЕОПАГ» предназначены для подачи химических реагентов в нефтегазодобывающую скважину, а также в трубопроводы сбора и транспортировки нефти для защиты нефтяного оборудования от коррозии, отложений солей, АСПО и т.д. [4].

Установка (рис. 5) состоит из корпуса, в котором размещены: технологическая емкость, электронасосный дозирочный агрегат, шкаф управления, манометр, обратный клапан, указатель уровня. Блок может эксплуатироваться при температуре окружающей среды  $-60^{\circ} \div +50^{\circ} \text{C}$ .



Рис. 5. Блок дозирования реагентов [4]

Блок дозирования проектировался с учетом эксплуатаций на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «ТНК-ВР»,

ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз», ООО «РН-Юганскнефтегаз» и должен обес­печивать:

- легкий доступ к насосу и обвязке, быстроту монтажа блока;
- установка дозирования реагента может изготавливаться во взрывобезопасном исполнении;
- в блоке установлен насос-дозатор с производительностью от 1 до 60 литров в сутки, имеется возможность замены на насос другой производительности;
- емкость имеет заливную горловину большего диаметра для удобной заправки, фильтр грубой очистки с достаточной пропускной способностью;
- на выходе установлен отсекающий вентиль для проведения ревизионных и ремонтных работ на блоке;
- в конструкции установки дозирования реагента предусмотрена возможность выхода на телеметрию.

Установки дозирования ООО «Позитрон» производятся с плунжерным дозирочным насосом, приводимым в действие электроприводом взрывозащищенного типа через редуктор. Регулирование производительности насосов может осуществляться как в ручном (диапазон 25÷100 % от номинальной производительности), так и с помощью изменения частоты вращения электродвигателя. Частоту вращения электродвигателя определяет электронный блок управления [5].

Установка дозированной подачи реагента (рис. 6) представляет собой металлический контейнер с расположенным внутри оборудованием и емкостью. Перекачивание жидкости происходит при помощи плунжерного дозирочного насоса, приводимого в действие электрогидравлическим толкателем через рычажную систему. Регулирование производительности (дозировки) осуществляется количеством ходов электрогидротолкателя за единицу времени. Количество ходов задается блоком управления установки. Производительность установки составляет 0,04÷1,6 л/час либо 0,07÷2,5 л/час при давлении 25 МПа.



Рис. 6. Установка УДР 01.01.01 [5]

Преимущества установки:

- работа в ручном и автоматическом режиме;
- осуществление непрерывной и циклической подачи жидкости;
- возможность точной настройки производительности и строгого соблюдения дозировки;
- возможность дистанционного управления установкой с диспетчерского пульта;
- сохранение данных о работе установки на *USB*-носитель;
- возможность установки подогрева емкостей с реагентами;
- возможна эксплуатация с несколькими типами реагентов (с индивидуальной дозировкой);
- эксплуатация в диапазоне температур окружающей среды от -50÷ +40 °С.

На нефтяных промыслах в эксплуатации находится большое количество давно эксплуатируемых установок дозирования с ручным управлением, в которых отсутствуют современные средства автоматизации и телеметрии, и в том числе не возможен контроль за эффективным использованием химреагента. Компания «Инкомпнефть» модернизирует морально устаревшие дозирочные установки, оснащая их современными средствами автоматизации [1].

Разработана конструкция длинноходового плунжерного насоса (рис. 7) со следующими параметрами: диаметр плунжера может изменяться от 5 до 15 мм и более, длина хода плунжера может изменяться от 10 до 200 мм. Отличие предлагаемой конструкции длинноходового плунжерного насоса в том, что длина хода поршня значительно больше, чем в конструкции с традиционным исполнением. Значительно снижается количество ходов и сохраняется величина подачи химреагента, что приводит к снижению утечек и к снижению износа уплотнений. Увеличенный ход плунжера обеспечивает эффективную работу клапанов насоса. В качестве привода насосного агрегата применяется актуатор. В актуаторе вращательное движение приводного двигателя посредством шарико-винтовой передачи преобразуется в возвратно-поступательное движение выходного звена, жестко связанного с плунжером насоса. Преимуществом применения в качестве привода дозирующего насоса актуатора является равномерность движения, высокий КПД и жесткость шарико-винтовой передачи, точность позиционирования за счет применения датчика положения, то есть возможность точного управления ходом плунжера [1].



Рис. 7. Дозировочная установка с длинноходовым насосом и актуаторным приводом [1]

Установка с применением длинноходового насоса с приводом актуатора позволяет производить:

- дозированную подачу реагентов на объект при заданной производительности в режимах: непрерывном и циклическом;
- установку желаемых значений производительности дозирующего насоса в пределах его технических характеристик.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор научно-технической литературы и каталогов оборудования позволил структурировать информацию о применяющихся системах дозирования в нефтехимической промышленности и выявить тенденции, которые сводятся к обеспечению высокоточной, бесперебойной и сверхмалой дозировке различных реагентов в нефтяную скважину при высоких номинальных давлениях. Основными проблемами, характерными для современных дозирующих установок, являются: пульсации рабочей жидкости, неравномерность подачи и утечки перекачиваемой жидкости, которые проявляются при применении насосов объемного типа. Анализ технических и эксплуатационных параметров систем дозирования позволяет выявить перспективное решение, связанное с применением привода актуатора и оснащением насоса системой сбора утечек, что позволит уменьшить пульсации, неравномерность подачи и утечки реагента. Внедрение новых технологий предопределяет необходимость проведения теоретических и экспериментальных исследований, включающих в себя математическое моделирование рабочих процессов гидравлического привода, анализ влияния эксплуатационных факторов, оказывающих влияние на точность дозирования и оптимизацию конструкции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шайдаков В. В., Чернова К. В., Пензин А. В. Новое в насосном дозировании химических реагентов: учебное пособие. В.: Инфра – Инженерия, 2015. 121 с. [V. V. Shaidakov, K. V. Chernova, A. V. Penzin, New in pumping chemical dosing. Tutorial. W.: Infra – Engineering, 2015 pp. 121]
2. Теория дозирования [Электронный ресурс]. URL: <http://np-sys.ru/articles/teoriya-dozirovaniya.html> (дата обращения: 11.12.2018). [Dosing Theory. (2018, Dec. 11).

[Online] Available: <http://np-sys.ru/articles/teoriya-dozirovaniya.html>

3. **Приводы** для дозирочных насосов малой производительности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/privody-dlya-dozirovocnyh-nasosov-maloy-proizvoditel-nosti> (дата обращения: 12.12.2018). [ Drives for dosing pumps of small capacity. (2018, Dec. 12). [Online] Available: <https://www.c-o-k.ru/articles/privody-dlya-dozirovocnyh-nasosov-maloy-proizvoditel-nosti>]

4. **Блоки дозирования** [Электронный ресурс]. URL: <https://www.areopag-spb.com/bloki-dozirovaniya-reagenta> (дата обращения: 12.12.2018). [ Dosing units. (2018, Dec. 12). [Online] Available: <https://www.areopag-spb.com/bloki-dozirovaniya-reagenta>]

5. **Установки** для дозирования химического реагента [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pozitron-perm.ru/equipment/ustanovki-dozirovaniya-reagenta-udrvp02.html> (дата обращения: 13.12.2018). [ Installations for dosing of chemical reagent. (2018, Dec. 13). [Online] Available: <http://www.pozitron-perm.ru/equipment/ustanovki-dozirovaniya-reagenta-udrvp02.html>]

#### ОБ АВТОРАХ

**МУРТАЗИН Вадим Радикович**, магистрант кафедры ПГМ. Дип. бакалавр (УГАТУ, 2018). Готовит дис. о разработке систем дозирования жидкости.

**БИКМАЕВА Юлия Салаватовна**, магистрант кафедры ПГМ. Дип. бакалавр (УГАТУ, 2018). Принимает участие в разработке систем дозирования жидкости.

#### METADATA

**Title:** Chemical reagents dosing systems for oil producing industry

**Authors:** V. R. Murtazin <sup>1</sup>, J. S. Bikmaeva <sup>2</sup>

**Affiliation:**

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

**Email:** <sup>1</sup>rainbowvipers@yandex.ru, <sup>2</sup>bikmaewa.iu@yandex.ru

**Language:** Russian.

**Source:** Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 1 (20), pp. 123-129, 2019. ISSN 2225-9309 (Print).

**Abstract:** The article is devoted to the study of problems arising from the exploitation of existing and the development of new oil fields. The methods used to eliminate deposits of inorganic salts, ARPD and corrosion of elements used in oil production are being investigated. The pros and cons of pumping devices that are most used in dosing systems are considered. There are graphs of concentrations of the dosed reagent, depending on the type of drive device used. Modern dosing units, their characteristics and design features are described.

**Key words:** dosing systems; low consumption; pipeline; liquid; leaks; plunger pump; drive devices.

**About authors:**

**MURTAZIN, Vadim Radikovich** grad. Student Dep. of Applied Hydromechanics, dis. on development of fluid dosing systems.

**БИКМАЕВА, Julia Salavatovna** grad. Student Dep. of Applied Hydromechanics, takes part on development of fluid dosing systems.