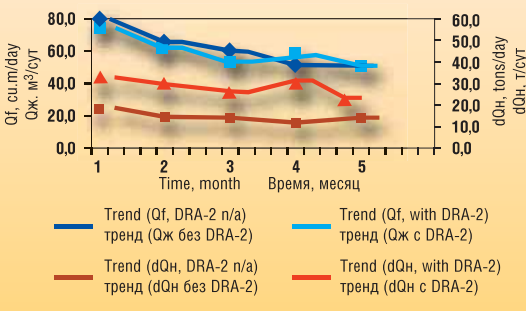


SOURCE: ИСТОЧНИК: NEWCO WELL SERVICE

● Fig. 1. The current average flow rate and incremental production with and without DRA-2 (Field E).

● Рис. 1. Текущий средний дебит по жидкости и прирост по нефти с DRA-2 и без DRA-2 (месторождение E).



moves. The final liquid fracturing agent with low pH is featured by a number of advantages. It is known that liquids with high pH significantly damage sand formations with high concentrations of swelling and migrating clay. Many clay minerals are featured by a strong tendency to hydration at high pH (over 7). Decreasing pH of the fracturing liquid by means of DRA-2 results in decreased damage to clay from water penetrating the formation. In addition to obvious advantages of using DRA-2 in liquid fracturing agents, this unique additive can be applied otherwise. Laboratory testing proved that DRA-2 can be applied in combination with enzymatic breakers to decompose liquid fracturing agents with high pH such as Quantum gels. A conventional cellulose enzyme useful in combination with foaming additives (chemicals foaming water at high pH and not foaming at low pH). Deactivation of foaming additives is defined by obvious advantages during fracturing with a foaming agent or cleaning foaming fluids. DRA-2 is a cost effective, non-evaporating, non-flammable, and inodorous additive. This product is successfully applied at some fields in Western Siberia. Analysis of its application (see Fig. 1) confirms its efficiency as a whole for a group of wells.

## Computer-Based Process Simulator (CPS)

Human factor is one of the main causes of accidents at dangerously explosive facilities of the chemical, petrochemical and oil-refining industries.

Computer-based process simulator is the most efficient tool for training of the operating and technical personnel of the dangerously explosive facilities. In accordance with the Safety Regulations PB 09-540-03, all employees of the plants having technological units of the first and second categories of hazard must take a training course on the computer-based simulators which are built on the basis of dynamic models. In addition, there is demand for computer-based process simulators (CPS) at other plants as well. The reason of this is that in the modern situation, at high level of automation, operating personnel loses practical skills of control to a considerable extent. That is why often in emergency situations they appear to be not ready to fulfill their functions.

NIIC (the Research and Design Institute of Carbamide and Organic Synthesis Products) designed a CPS intended for training and retraining of the personnel working at the dangerously explosive facilities, or at technically complex

температурах этот жидкий химрегент медленно выделяет органическую кислоту, что обеспечивает системам ГРП с повышенным pH, таким как гели Quantum, много преимуществ. Самым очевидным преимуществом является медленное уменьшение pH при выделении кислоты. Падение pH ниже 8 полностью удаляет боратный шпатель как из гидратированных полимерных цепей, так и из фрагментов полимерных цепей после разрушения окислительным брейкером. В результате снижается количество несвязанных полимерных фрагментов, благодаря чему возможность осадка для уменьшения проводимости пропантовой навивки минимизируется.

Использование DRA-2 в комбинации с окислительным брейкером приводит к синергетической деградации геля ГРП. Еще одно преимущество добавления DRA-2 состоит в том, что выделяющаяся органическая кислота обладает способностью полностью разрушать гель ГРП. Длительный период времени и повышенные температуры помогают органической кислоте гидролизировать полимерные цепи. Эта реакция схожа с окислением, цепи случайно расщепляются на мелкие фрагменты.

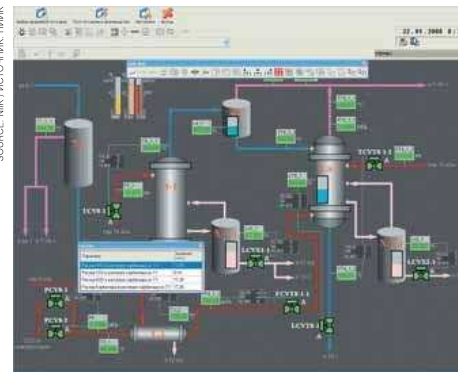
Синергетический эффект от добавления двух брейкеров заключается в длительных химических реакциях. Так как DRA-2 – жидкость, а обычные окислители – инкапсулированные твердые вещества, DRA-2 перемешивается с жидкостью, попадающей в пласт, в то время как окислитель находится в трещине. Как следствие, брейкер доставляется на те же участки, куда поступает жидкость ГРП. Конечная жидкость ГРП с низким pH имеет ряд преимуществ. Известно, что жидкости с высоким pH наносят большой вред песчаным пластам с высокой концентрацией разбухающей и мигрирующей глины. Большинство глинистых минералов обладают высокой тенденцией гидратировать при высоком pH (более 7). При снижении с помощью DRA-2 pH жидкости ГРП, вода, попадая в пласт, причинит меньше вреда глине. Кроме очевидных преимуществ использования DRA-2 в жидкостях ГРП, этот уникальный химрегент обладает и другими функциями. Лабораторные испытания доказали, что DRA-2 может применяться в комбинации с энзимным брейкером для разложения жидкостей ГРП с высоким pH, таких как гели Quantum. Обычный целлюлозный энзим станет денатурированным под влиянием высокого pH (более 7). Однако, когда DRA-2 понижает pH жидкости, энзим может снова стать частично активным. Энзимным брейкером, как правило, отдается предпочтение перед окислителями, поскольку энзиму не требуется катализатор, а полимер с помощью энзимных брейкеров разложится более полно и эффективно, чем при помощи окислителя. DRA-2 может быть также полезным в сочетании с пенообразующими добавками (химреантами, образующими в воде пену только при высоком pH). Дезактивация пенообразующей добавки имеет очевидные преимущества при ГРП с пенообразующим агентом или очистительными пенообразующими жидкостями. DRA-2 – экономичная добавка, не испаряющаяся, не воспламеняющаяся, и не имеющая запаха. Этот реагент успешно используется на некоторых месторождениях Западной Сибири, анализ его применения (см. рис. 1) подтверждает эффективность продукта в целом по группе скважин.

## Компьютерный технологический тренажер (КТТ)

На взрывоопасных производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности одной из основных причин аварийности является человеческий фактор.

Наиболее эффективным средством подготовки оперативного и технологического персонала взрывоопасных производств явля-

SOURCE: NIIC / ИСТОЧНИК: НИИК



- Visualizing automatically non-controlled component flow rates within the media flows in the process pipelines.
- Визуализация автоматически не контролируемых компонентных расходов в составе потоков сред в трубопроводах ТП.

facilities of significant unit capacity, where the cost of accident consequences is high.

The functional structure of CPS includes the following:

- Knowledge base (electronic documentation);
- Subsystem of operating personnel training for the following:
  - 1) Production control under the normal process conditions;
  - 2) Production control in case of the process malfunction including emergency situations (procedure simulator);
  - 3) Control under conditions of startup/shutdown.
- Evaluation subsystem (in the form of testing).

The CPS has the following modes: personnel training with the help of the instructor or self-training. The simulator uses all multimedia tools available at present: graphics, sound, animation. It is built based on principles of modularity and openness, which enables the customer to expand and adapt the knowledge base, develop new training procedures.

CPS gives the trainee an opportunity to study the following through the computer monitor: the process, its technical characteristics, its instrument base, equipment setup, process modes, character of media flow, and processes in the vessels. CPS gives an opportunity to work with various drawings in digital form, study assembly and disassembly of the most complex equipment, the process schedule, instruction for work places and other documents which are to be studied. CPS makes it possible for the personnel to get skills of the process control both under the normal operating conditions and in the modes with various problems up to emergency situations.

CPS is based on simulators of the process and automatic control system (ACS).

The process simulator is built on the basis of the static and dynamic models of the process channels. The models use mathematical description of the material and heat balances of the vessels and process stages, description of the control object channels – with application of differential equations.

Control algorithms, closest to the actual ACS used for the process, are implemented as ACS simulators at CPS.

ется компьютерный технологический тренажер. В соответствии с ПБ 09-540-03 все работники предприятий, имеющих технологические блоки первой и второй категорий опасности, должны пройти курс обучения на компьютерных тренажерах, построенных на основе динамических моделей. Кроме того, потребность в КТТ существует и на других производствах. Это вызвано тем, что в современных условиях, при высоком уровне автоматизации, оперативный персонал в значительной мере утрачивает практические навыки управления. Поэтому часто в аварийных ситуациях он оказывается не готовым к выполнению своих функций.

В ОАО «НИИК» (Научно-исследовательский и проектный институт карбамида и продуктов органического синтеза) разработан КТТ, предназначенный для подготовки и переподготовки кадров, работающих в условиях взрывоопасных производств, либо в условиях технологически сложных производств значительной единичной мощности, цена последствий аварий на которых является значительной.

Функциональная структура КТТ включает:

- Базу знаний (электронную документацию);
- Подсистему обучения оперативного технологического персонала:
  - 1) управлению производством в условиях нормальной эксплуатации технологического процесса (ТП);
  - 2) управлению в условиях нарушений ТП, в том числе – в аварийных ситуациях (процедурный тренажер);
  - 3) управлению в условиях пуска/останова.
- Подсистему аттестации (в форме тестирования).

В КТТ предусмотрены режимы обучения персонала с помощью преподавателя и самостоятельного обучения. Также, в тренажере используются все известные на сегодняшний день средства мультимедиа: графика, звук, анимация. Тренажер построен на принципах модульности и открытости, что позволяет заказчику расширять и адаптировать базу знаний, создавать новые процедуры обучения.

С помощью монитора компьютера КТТ позволяет изучить технологию ТП, его технические характеристики, аппаратное оформление, устройство оборудования, режимы ТП, характеры движения сред и процессы в аппаратах. Тренажер обеспечивает возможность в электронном виде поработать с различными чертежами, изучить разборку и сборку наиболее сложного оборудования, изучить регламент ТП, инструкции на рабочие места и другие документы, подлежащие изучению. Он также дает персоналу возможность получить навыки управления ТП как в режиме нормальной эксплуатации, так и в режимах с различными нарушениями, вплоть до аварийных ситуаций.

КТТ основан на имитаторах ТП и системы автоматического управления (САУ).

Имитатор ТП построен на базе статических и динамических моделей каналов процесса. В моделях использовано математическое описание материальных и тепловых балансов аппаратов и стадий ТП, описание каналов объекта управления – посредством дифференциальных уравнений.

В качестве имитаторов САУ в КТТ используются алгоритмы управления, максимально близкие к алгоритмам реальной САУ, работающей на ТП.

К особенностям следует отнести то, что в КТТ использованы качественные имитаторы ТП, позволяющие обеспечивать со стороны обучаемого персонала контроль структур многокомпонентных потоков сред в аппаратах (трубопроводах), то есть расходов компонентов в составе сложных сред. Кроме того, имитаторы ТП обеспечивают автоматический контроль наиболее важных, инструментально не измеряемых качественных показателей процесса.

На таком тренажере, обучающиеся могут лучше изучить статику и динамику ТП, реакции ТП на различные управленческие воздей-

One of the CPS features is use of the quality process simulators which enable the personnel being trained to control the structure of multi-component media flows in the vessels (pipelines), i.e. flow rate of the components of complex media. In addition, process simulators ensure automatic control of the most important, instrumentally not measured qualitative parameters of the process.

This helps the trainee to better study the process statics and dynamics, process response to various control actions and master the methods and skills of control of the complex chemical-engineering process.

CPS was realized in carbamide production (company Eurochim NAK AZOT, town of Novomoskovsk, Tula region).

## Polysilicate Briquettes to Enhance Oil Recovery

Russian and foreign companies have been applying sodium silicates to improve reservoir recovery for many years. These materials are quite efficient, inexpensive and environmentally safe. There are some application disadvantages, such as the low content of the active substance, freezing at temperatures below 0 C and the hampered timing of gelation.

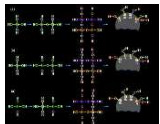


- Polysilicates.
- Полисиликаты.

Scientific and Production Center NOMAK has developed a new polysilicate grade of Silinom VN-M characterized by the following features: they contain at least 40 percent of silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>), a polymeric content of 80 percent, non-freezing to temperatures of -40 C, and they withstand up to 10 freezing cycles.

A structural element of all silicate glass grades is the silicon-oxygen tetrahedron with silicone atom Si<sub>4</sub><sup>+</sup> with coordination number 4 in the center and atoms O<sub>2</sub><sup>-</sup> and cations in the tetrahedron corners.

Due to a double hydrate layer on the surface of silica micellae, polysilicate particles in this new product are cross-linked into a gel state by means of hydrogen bonds. In a diluted state the gel easily peptizes forming a polysilicate solution.



- The drawing represents forming up of a polysilicate molecule.
- Схема образования полисиликатной формы кремнезема.

тия и более качественно освоить методы и навыки управления сложным химико-технологическим процессом.

КТТ реализован в производстве карбамида (компания «Еврохим» ОАО «НАК „АЗОТ“», г. Новомосковск Тульской обл.).

## Брикетированные полисиликаты для увеличения нефтеотдачи

Силикаты натрия давно и в больших объемах применяются для увеличения нефтеотдачи пластов разными фирмами, как в России, так и за рубежом. Это достаточно эффективные, дешевые и экологически чистые материалы. Однако они имеют ряд недостатков – низкое содержание действующего вещества, замерзание при температуре ниже 0°C, затрудненное регулирование времени гелеобразования.

Разработанные фирмой НПЦ «НОМАК» полисиликаты марки «Силином ВН-М» содержат двуокись кремния – SiO<sub>2</sub> не менее 40%, полимерную форму – 80%, не замерзают при температуре -40°C и выдерживают до 10 циклов замораживания.

Структурным элементом всех разновидностей силикатных стекол является кремнекислородный тетраэдр, центр которого – атом кремния Si<sub>4</sub><sup>+</sup> с координационным числом, равным 4, а по углам тетраэдра располагаются атомы O<sub>2</sub><sup>-</sup> и катионы.

В новом продукте, за счет наличия на поверхности кремнеземных мицелл двойного гидратного слоя, полисиликатные частицы структурированы в гелеобразное состояние водородными связями. При разбавлении такой гель легко пептизирует, образуя полисиликатный раствор.

В высокощелочных силикатных системах (жидкие стекла) силикатные анионы имеют линейные (цепочечные) и слоистые структуры.

Основным отличием высокощелочных силикатных систем (жидких стекол) от полисиликатов является присутствие в полисиликатах полимерных форм кремнезема, которые представляют собой полимерные кремнеземные сферические коллоидные частицы с диаметром от 4 нм, содержание которых составляет 60% и более от общего содержания кремнезема.

Применение полисиликатов основано на их способности к гелеобразованию, при этом осуществляется золь-гель процесс.

Наличие полимерной формы обеспечивает более высокие прочностные свойства образующихся пространственных гелевых структур.

Полисиликаты предназначены для применения в качестве реагента при ремонтно-изоляционных работах в скважинах нефтегазодобывающей промышленности, для приготовления связующего материала в жаростойких, кислотоупорных бетонах, изготовления теплоизоляционных материалов, в качестве

In high-alkali silicate systems (liquid silica glass), silicate anions are defined by linear (chain) and lamellar structures. A basic difference between high-alkali silicate systems (liquid silica glass) and polysilicates is that the latter contain polymeric silica forms representing polymeric silica spheruloids with a diameter of 4 nm, the content of which is equal to or over 60 percent of the total silica content.

Silicate application is based on their gelling property in the course of sol-gel process. The resultant spatial gel structures have better strength properties due to the available polymeric forms.

Polysilicates are applied as reagents during workover and isolation of wells in the oil and gas production industry, for preparation of binding materials for refractory and acid-resisting concretes, for the production of thermal insulation materials, and as a basic substance for creating mineral sealing plies of binder soils.

The efficiency of polysilicates is four times higher than the efficiency of normal silicates, which makes it possible to apply the processing medium at lower concentrations. The lower concentration ensures low viscosity; therefore these solutions can be applied in wells with low permeability (injectability).

Process solutions are prepared on wells by simple dilution with water while mixing. They are generally compatible with applicable soluble polymers. Adjusting the ratio of the polysilicate and gelling agent makes it possible to form systems with a gel time of 4 to 48 hours. In addition, the processing medium parameters can be changed by means of differential and integral calculus subject to changing well injectability.

исходного материала для создания минеральных уплотнительных слоев из связанных грунтов.

Эффективность полисиликатов в четыре раза превышает эффективность обычных силикатов, что позволяет использовать технологические растворы с более низкой концентрацией. Более низкая концентрация обеспечивает низкую вязкость, поэтому растворы могут использоваться на скважинах с низкой проницаемостью (примемистью).

Рабочий раствор готовится на скважинах простым разбавлением водой при перемешивании. Легко смешивается с общеприменяемыми растворимыми полимерами. Регулированием соотношения полисиликата и гелеобразователя возможно получать системы с временем гелеобразования