

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

«Разработка 3D компьютерной модели массопереноса при эксплуатации геотехнологического полигона методом ПСВ»

1. Основание для проведения работ:

С 2015 года в ТОО «ИВТ» ведется разработка прикладного программного обеспечения (ППО) по расчету 3-х мерной гидродинамической модели процесса добычи полезного компонента методом ПСВ, содержащего:

- Модуль импорта выходных расчетных данных и создания расчетной сетки, предоставляющий:
 - импорт скважинных данных (координаты, тип скважины, расположение фильтров, наименование скважины) с текстового файла, Excel книги, базы данных «Атомгео» информационной системы «Рудник»;
 - импорт фильтрационных и минералогических свойств породы (литологический тип, коэффициент фильтрации и концентрация урана) с текстового файла, Excel книги, базы данных «Атомгео» информационной системы «Рудник»;
 - импорт данных о дебетах в зависимости от типа скважины с текстового файла, Excel книги, базы данных «Атомгео» информационной системы «Рудник»;
 - возможность создания структурированной, регулярной трехмерной расчетной сетки по заданным координатам;
- Расчетный модуль, позволяющий на узлах расчетной сетки по скважинным данным, проводить 3-х мерную интерполяцию основных фильтрационных и минералогических свойств рудовмещающих пород, таких, как литологический тип породы, коэффициент фильтрации и содержание урана.
- Программный модуль по моделированию гидродинамики процесса добычи полезного компонента методом ПСВ, в котором реализованы следующие возможности:
 - расчет распределения давления в пласте исходя из данных коэффициента фильтрации и дебитов;
 - выбор граничных условий между условиями Неймана и Дирихле в зависимости от геологических и гидрогеологических особенностей выбранного для моделирования участка работ;
 - выбор метода расчета давления (явный, неявный).

При этом, интервал установки фильтров технологических скважин прописывается вручную или путем импорта. Данные результаты проведенной интерполяции визуализируются графическим редактором в 3-х мерном виде в плане X-Y по выбранной Z координате и в разрезе X-Z или Y-Z по выбранным Y или X координатам соответственно.

Первичными данными для проведения интерполяции основных фильтрационных характеристик являются геофизические исследования, проведенные в разведочных и технологических скважинах, а также геологическая и гидрогеологическая информации выбранного участка работ. Результатом проведения гидродинамического моделирования является: поле распределение гидродинамического напора в пределах выбранного геометрического контура и поле распределение действительной скорости фильтрации (линии тока).

- Модуль по визуализации исходных данных и полученных результатов в виде разрезов (по x, y и z осям), блоков, кривых линий растекания выщелачивающего раствора, и т.д. Предусмотрена возможность конфигурирования цветов и порогов легенды, фона отображения, захвата снимка для сохранения JPEG рисунков, импорт произвольных контуров с текстовых файлов.

- Модуль экспорта данных для хранения полученных результатов с возможностью экспорта результатов моделирования, а распространенных форматах, совместимых с другими визуализаторами (например, TecPlot 360®).

Таким образом, в разработанном ППО создан 3-х мерный интерполяционный модуль основных фильтрационных характеристик рудовмещающих пород в пределах выбранного геометрического контура по точечным в плане данным и интегрирован модуль расчета гидродинамики, в котором на основе разработанной 3D геологической модели производится расчет давления, линий тока в пласте под действием сети скважин.

Используя текущее ППО можно значительно облегчить вычисления, связанные с кинетикой химических процессов выщелачивания урана серной кислотой. Этого можно достичь за счет упрощения задач до одномерных расчетов вдоль каждой из линий токов, полученных в ППО.

2. Актуальность:

Основная цель современной разработки месторождений полезных ископаемых направлена на наиболее полное извлечение извлекаемых запасов при максимальной экономической рентабельности. Для достижения наиболее полного коэффициента охвата (полноты извлечения) и коэффициента извлечения полезного компонента на данный момент широко используются передовые технологии. Одним из ключевых направлений по праву является компьютерное моделирование производственных и добычных процессов. Учет опыта отработки и компьютерное построение прогнозов развития производственных и геотехнологических процессов позволяют существенно повысить эффективность отработки урановых месторождений полезных ископаемых.

Повышение эффективности отработки месторождений урана методом ПСВ на основе комплексного применения современных геоинформационных систем для проектирования технологических блоков и ячеек дает возможности для существенного снижения себестоимости добычи и повышения ее качества.

3. Цель проекта:

Разработка модели массопереноса полезного компонента для технологических блоков при эксплуатации геотехнологического полигона месторождения урана с последующей 3D визуализацией полученных результатов. Разработанная модель должна быть интегрирована с имеющимся в ТОО «ИВТ» ППО (Программным модулем по моделированию гидродинамики процесса добычи полезного компонента методом ПСВ).

4. Исходные данные для проведения работ:

Исходными данными являются скважинные данные в виде вертикальных отрезков содержащие:

1. Коэффициентом фильтрации;
2. Концентрацию урана.

Также исходными данными являются:

1. Средние дебиты по времени на каждой из скважин;
2. Концентрации серной кислоты в выщелачивающем растворе на каждой из скважин;
3. Данные по распределению урана в межскважинном пространстве упорядоченные внутри структурированной регулярной сетки, полученные посредством ППО;
4. Распределение давления в пласте упорядоченные внутри структурированной регулярной сетки, полученные посредством ППО;
5. Линии тока раствора от закачных к откачным скважинам.

5. Этапы работ:

1. Разработка математической модели массопереноса при выщелачивании урана сернокислотным раствором в зависимости от времени;
2. Разработка программного модуля массопереноса для вычисления кинетики химических процессов выщелачивания вдоль линий тока, построенных с помощью ППО.

3. Интеграция программного модуля массопереноса с ППО для:
 - а. сбора входных параметров (распределение урана в пласте, распределение давления, распределение коэффициента фильтрации);
 - б. обработки входных параметров для определения концентрации твердого минерала вдоль узлов линий тока;
 - в. вывода результатов массопереноса через встроенный визуализатор ППО;
4. 3D визуализация распределения концентрации серной кислоты на несколько моментов времени вдоль линий тока.
5. 3D визуализация распределения концентрации продуктивного раствора (ПР) на несколько моментов времени вдоль линий тока.
6. 3D визуализация распределения концентрации остаточного (твердого) минерала на несколько моментов времени вдоль линий тока.
7. По результатам вычислений массопереноса, построение распределения концентрации серной кислоты (выщелачивающего раствора (ВР)) на несколько моментов времени в виде горизонтальных срезов.
8. По результатам вычислений массопереноса построение распределения концентрации ПР на несколько моментов времени в виде горизонтальных срезов.
9. По результатам вычислений массопереноса, построение распределения концентрации остаточного минерала, на несколько моментов времени в виде горизонтальных срезов.

6. Основные требования к выполнению работ:

Обязательными требованиями являются:

- наличие дипломированных специалистов в сфере механики жидкости и газов и вычислительных наук;
- наличие авторских свидетельств, подтверждающих опыт работы в разработке программных модулей геологического моделирования;
- наличие авторских свидетельств, подтверждающих опыт работы в разработке программных модулей построения линий тока растворов;
- наличие специалистов, обладающих опытом работы с информационной системой «Рудник» АО «НАК «Казатомпром» (знание структуры базы данных «Атомгео» для осуществления импорта данных, необходимых для построения моделей гидродинамики и массопереноса);
- наличие сертифицированных специалистов в сфере разработки баз данных.

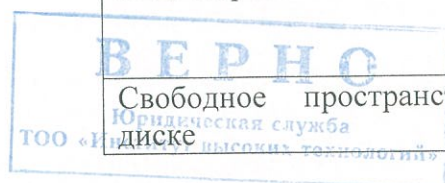
7. Технические характеристики существующего ППО:

Программные технологии разработки

Основной язык разработки	Microsoft C#
Среда разработки	Microsoft Visual Studio 2013
Платформа	Windows 8, 8.1., 10, 64 бита, .NET Framework версии 4 и выше
Технология визуализации	OpenGL, библиотеки OpenTK, Tao Framework
Хранение данных	Microsoft SQL Server Compact Edition, текстовый

Аппаратные требования

Процессор	Intel Core i5 и позднее
Оперативная память	8 Гб и выше
Видеокарта	GTX 450 (или аналогичные от других вендоров, поддерживающих OpenGL версии 3.3) или новее
Свободное пространство на жестком диске	Не менее 10 Гб



8. Перечень документации, предъявляемой по окончании работ:

По окончании работ Исполнитель представляет Заказчику:

- заключительный отчет, содержащий 3D модели массопереноса при эксплуатации геотехнологического полигона методом ПСВ (на бумажном и электронном носителе);
- презентацию о выполненной работе (на электронном носителе);
- Программный комплекс по извлечению полезного компонента при эксплуатации геотехнологического полигона методом ПСВ (программный модуль массопереноса полезного компонента для вычисления кинетики химических процессов выщелачивания вдоль линий тока, интегрированный с действующим ППО (программным модулем по моделированию гидродинамики процесса добычи полезного компонента методом ПСВ)) на электронном носителе; количество – 1 шт.
- руководство пользователя Программного комплекса по извлечению полезного компонента при эксплуатации геотехнологического полигона методом ПСВ (инструкция) (на бумажном и электронном носителе).
- установка Программного комплекса по извлечению полезного компонента при эксплуатации геотехнологического полигона методом ПСВ для тестирования и отладки.

9. Порядок оплаты и сроки выполнения:

Порядок оплаты: Предоплата 0% от суммы Договора; 100% после подписания акта выполненных работ. Сроки выполнения работ: 4 месяца с даты заключения Договора.

Начальник ЛМиП ГТП

Мырзабек Г.А.

Согласовано:

Зам. ген. директора по науке

Копбаева М.П. «__»____2017 г.

