

ЗМІНУТ.RU

НАУКА, ТЕХНИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

SCIENCE, TECHNOLOGY AND EDUCATION

ISSN 2312-8267 (печатная версия)
ISSN 2413-5801 (электронная версия)

Наука, техника
и образование
2020. № 2 (66)

Москва
2020



Наука, техника и образование

2020. № 2 (66)

Российский импакт-фактор: 1,84

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Вальцев С.В.

Зам. главного редактора: Ефимова А.В.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Издается с 2012
года

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«Проблемы науки»

Подписано в печать:
24.02.2020
Дата выхода в свет:
28.02.2020

Формат 70x100/16.
Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,68
Тираж 1 000 экз.
Заказ № 3086

Журнал
зарегистрирован
Федеральной
службой по надзору
в сфере связи,
информационных
технологий и
массовых
коммуникаций
(Роскомнадзор)
Свидетельство
ПИ № ФС77-50836.

**Территория
распространения:
зарубежные
страны,
Российская
Федерация**

Абдуллаев К.Н. (д-р филос. по экон., Азербайджанская Республика), *Алиева В.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Акбулаев Н.Н.* (д-р экон. наук, Азербайджанская Республика), *Аликулов С.Р.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Ананьева Е.П.* (д-р филос. наук, Украина), *Асатурова А.В.* (канд. мед. наук, Россия), *Аскарходжаев Н.А.* (канд. биол. наук, Узбекистан), *Байтасов Р.Р.* (канд. с.-х. наук, Белоруссия), *Бакико И.В.* (канд. наук по физ. воспитанию и спорту, Украина), *Бахор Т.А.* (канд. филол. наук, Россия), *Баулина М.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Блейх Н.О.* (д-р ист. наук, канд. пед. наук, Россия), *Боброва Н.А.* (д-р юрид. наук, Россия), *Богомолов А.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Бородай В.А.* (д-р социол. наук, Россия), *Волков А.Ю.* (д-р экон. наук, Россия), *Гавриленкова И.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Гарагонич В.В.* (д-р ист. наук, Украина), *Глуценко А.Г.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Гринченко В.А.* (канд. техн. наук, Россия), *Губарева Т.И.* (канд. юрид. наук, Россия), *Гутникова А.В.* (канд. филол. наук, Украина), *Датий А.В.* (д-р мед. наук, Россия), *Демчук Н.И.* (канд. экон. наук, Украина), *Дивненко О.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Дмитриева О.А.* (д-р филол. наук, Россия), *Доленко Г.Н.* (д-р хим. наук, Россия), *Есенова К.У.* (д-р филол. наук, Казахстан), *Жамулдинов В.Н.* (канд. юрид. наук, Казахстан), *Жолдошев С.Т.* (д-р мед. наук, Кыргызская Республика), *Зеленков М.Ю.* (д-р полит. наук, канд. воен. наук, Россия), *Ибадов Р.М.* (д-р физ.-мат. наук, Узбекистан), *Ильинских Н.Н.* (д-р биол. наук, Россия), *Кайраббаев А.К.* (канд. физ.-мат. наук, Казахстан), *Кафтаева М.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Киквидзе И.Д.* (д-р филол. наук, Грузия), *Клинков Г.Т.* (PhD in Pedagogic Sc., Болгария), *Кобланов Ж.Т.* (канд. филол. наук, Казахстан), *Ковалёв М.Н.* (канд. экон. наук, Белоруссия), *Кравцова Т.М.* (канд. психол. наук, Казахстан), *Кузьмин С.Б.* (д-р геогр. наук, Россия), *Куликова Э.Г.* (д-р филол. наук, Россия), *Курманбаева М.С.* (д-р биол. наук, Казахстан), *Курпаяниди К.И.* (канд. экон. наук, Узбекистан), *Линькова-Даниельс Н.А.* (канд. пед. наук, Австралия), *Лукиенко Л.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Макаров А. Н.* (д-р филол. наук, Россия), *Мацаренко Т.Н.* (канд. пед. наук, Россия), *Мейманов Б.К.* (д-р экон. наук, Кыргызская Республика), *Мурадов Ш.О.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Мусаев Ф.А.* (д-р филос. наук, Узбекистан), *Набиев А.А.* (д-р наук по геонформ., Азербайджанская Республика), *Назаров Р.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Наумов В. А.* (д-р техн. наук, Россия), *Овчинников Ю.Д.* (канд. техн. наук, Россия), *Петров В.О.* (д-р искусствоведения, Россия), *Радкевич М.В.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Рахимбеков С.М.* (д-р техн. наук, Казахстан), *Розыходжаева Г.А.* (д-р мед. наук, Узбекистан), *Романенкова Ю.В.* (д-р искусствоведения, Украина), *Рубцова М.В.* (д-р социол. наук, Россия), *Румянцев Д.Е.* (д-р биол. наук, Россия), *Самков А. В.* (д-р техн. наук, Россия), *Саньков П.Н.* (канд. техн. наук, Украина), *Селитренникова Т.А.* (д-р пед. наук, Россия), *Сибирцев В.А.* (д-р экон. наук, Россия), *Скрипко Т.А.* (д-р экон. наук, Украина), *Сопов А.В.* (д-р ист. наук, Россия), *Стрекалов В.Н.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Стукаленко Н.М.* (д-р пед. наук, Казахстан), *Субачев Ю.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Сулейманов С.Ф.* (канд. мед. наук, Узбекистан), *Трегуб И.В.* (д-р экон. наук, канд. техн. наук, Россия), *Упоров И.В.* (канд. юрид. наук, д-р ист. наук, Россия), *Федоскина Л.А.* (канд. экон. наук, Россия), *Хилтухина Е.Г.* (д-р филос. наук, Россия), *Цуцулян С.В.* (канд. экон. наук, Республика Армения), *Чиладзе Г.Б.* (д-р юрид. наук, Грузия), *Шамшина И.Г.* (канд. пед. наук, Россия), *Шарипов М.С.* (канд. техн. наук, Узбекистан), *Шевко Д.Г.* (канд. техн. наук, Россия).

Свободная цена

© ЖУРНАЛ «НАУКА, ТЕХНИКА И ОБРАЗОВАНИЕ»
© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

Содержание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	5
<i>Мирзарахимов М.С., Искандаров Ж.Р., Хожиболаев Й.Ю. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ / Mirzarakhimov M.S., Iskandarov J.R., Khojibolayev Yo.Yu. ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS OF GAS EMISSIONS.....</i>	5
<i>Ермаков А.А., Павлов И.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ / Ermakov A.A., Pavlov I.A. COMPARATIVE ANALYSIS OF PLANNING METHODS</i>	10
<i>Юсупбеков Х.А., Собиров М.М., Юлдашев А.Р. АКТИВНЫЕ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ С АМОРТИЗАТОРАМИ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ / Yusupbekov H.A., Sobirov M.M., Yuldashev A.R. ACTIVE SUSPENSION OF A CAR WITH VARIABLE SHOCK ABSORBERS.....</i>	18
<i>Бадасян Т.С. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В СРЕДЕ MATLAB & SIMULINK / Badasyan T.S. MODELING OF DIFFERENTIAL EQUATIONS ENVIRONMENT MATLAB & SIMULINK</i>	28
<i>Богдан Г.О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ В АНАЛИЗЕ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ЗАЕМЩИКА СРЕДСТВАМИ ACCORD.NET FRAMEWORK / Bogdan G.O. ANALYSIS OF CREDIT ABILITY OF A BORROWER BY ACCORD.NET FRAMEWORK USING LOGISTIC REGRESSION</i>	39
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	42
<i>Хайриддинов А.Б. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА В ТЕПЛИЦЕ / Khayriddinov A.B. RELATIVE HUMIDITY IN GREENHOUSES.....</i>	42
ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	47
<i>Ибатуллина Е.А. СЕМАНТИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ ЛЕКСЕМЫ «НАДМЕННЫЙ» В РУССКОМ ЯЗЫКЕ: ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ / Ibatullina E.A. LEXEMA'S SEMANTIC VOLUME «НАДМЕННЫЙ» IN RUSSIAN LANGUAGE: LEXICOGRAPHIC ASPECT</i>	47
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	52
<i>Федорова Е.А. РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ / Fedorova E.A. DEVELOPMENT OF CREATIVE ABILITIES IN YOUNGER STUDENTS EDUCATIONAL ACTIVITIES.....</i>	52
АРХИТЕКТУРА	56
<i>Акрамов Х.М. ОГНЕСТОЙКИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ / Akramov Kh.M. FIRE RESISTANT PROPERTIES OF CONSTRUCTION STRUCTURE</i>	56
НАУКИ О ЗЕМЛЕ.....	60
<i>Матвеев А.И., Ширман Г.В. ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧНОГО ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЛИНИСТЫЕ ПЕСКИ ПРИ ИХ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ В БАРАБАННЫХ ПРОМЫВОЧНЫХ АППАРАТАХ / Matveev A.I., Shirman G.V. THE EFFECT OF CYCLIC ALTERNATING EFFECTS ON CLAY SANDS DURING THEIR DISINTEGRATION IN DRUM WASHING MACHINES</i>	60

<i>Матвеев А.И., Ширман Г.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ ПЕСКОВ В ВОДО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ПОСЛЕ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ / <i>Matveev A.I., Shirman G.V.</i> RESEARCH OF DISINTEGRATION OF HIGH CLAY SANDS IN A WATER-AIR CONDITION AFTER CRYOGENIC PROCESSING.....	63
<i>Гасанов И.Р., Джамалбеков М.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ НЕФТИ В ТРЕЩИНОВАТЫХ ПЛАСТАХ / <i>Hasanov I.R., Jamalbekov M.A.</i> DETERMINATION OF THE HYDRAULIC RESISTANCE COEFFICIENT FOR OIL FILTRATION IN FRACTURED FORMATIONS	67

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Мирзарахимов М.С.¹, Искандаров Ж.Р.², Хожиболаев Й.Ю.³
Email: Mirzarakhimov1166@scientifictext.ru

¹Мирзарахимов Мирсолих Султонович – доктор технических наук, профессор, кафедра безопасности жизнедеятельности, факультет горного дела и металлургии;

²Искандаров Жахонгир Равшан угли – докторант, кафедра объектов переработки нефти и газа, факультет геологии-разведки;

³Хожиболаев Йодгор Юсуп угли – докторант, кафедра безопасности жизнедеятельности, факультет горного дела и металлургии, Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, г. Ташкент Республика Узбекистан

Аннотация: в статье “Анализ влияния газовых выбросов на окружающую среду” анализируются недостатки и проблемы, возникающие при очистке газа, а также исследуются существующие технологии. В статье существует ряд важных требований для повышения эффективности очистки природного газа.

В последние годы загрязнение воздуха в целом снизилось, но сегодня, к сожалению, в стране нет большого города, который бы соответствовал всем санитарным нормам. В статье также рассматриваются экологические факторы и факторы окружающей среды при переработке природных газов, а также излагаются способы устранения этих факторов.

Ключевые слова: нефть, газ, осушка, углеводородов, адсорбций, режим работы, сорбент.

ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS OF GAS EMISSIONS

Mirzarakhimov M.S.¹, Iskandarov J.R.², Khojibolayev Yo.Yu.³

¹Mirzarakhimov Mirsolih Sultonovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, DEPARTMENT OF LIFE SAFETY, FACULTY OF MINING AND METALLURGY;

²Iskandarov Jahongir Ravshan ogli - Doctoral Student, DEPARTMENT OBJECTS OF OIL AND GAS PROCESSING, FACULTY OF GEOLOGY-BACKLIGHT;

³Khojibolayev Yodgor Yusup ogli - Doctoral Student, DEPARTMENT OF LIFE SAFETY, FACULTY OF MINING AND METALLURGY, TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM KARIMOV, TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: the article “Analysis of the impact of gas emissions on the environment” analyzes the shortcomings and problems that arise during the purification and purification of gas, as well as explores existing technologies. The article contains a number of important requirements for increasing the efficiency of natural gas purification.

In recent years, air pollution has generally decreased, but today, unfortunately, the country does not have a big city that meets all sanitary standards. The article also considers environmental factors and environmental in the processing of natural gases, as well as sets out ways to eliminate these factors.

Keywords: oil, gas, dehydration, hydrocarbons, absorption, operating mode, sorbent.

УДК 504.054, 504.062, 504.75.05

Охрана окружающей среды и рациональное использование вторичных ресурсов представляют собой глобальные проблемы, решение которых имеет особую значимость.

В атмосферу Узбекистана при стабильной работе промышленности ежегодно выбрасывается примерно 4 млн. тонн различных вредных веществ, при этом две трети из них приходится на автомобильный транспорт.

При такой нагрузке атмосфера не в состоянии самоочиститься. Ей необходима помощь специалистов, продуманная политика, меры, чтобы население, получая от народного хозяйства привычные товары и услуги, не испытывало дискомфорта при общении с окружающей средой, а также не страдало от ее загрязнения и истощения.

Первым крупным шагом в этом направлении стало создание в Узбекистане Государственного комитета по охране природы, вторым - принятие Закона Республики Узбекистан «Об охране природы». Этот важный документ, который, в сущности, является Экологической конституцией, был принят Верховным Советом Республики Узбекистан 9 декабря 1992 года и вступил в силу 29 января 1993 года.

Законом «Об охране атмосферного воздуха» определены права, обязанности и ответственность природопользователей при осуществлении ими хозяйственной деятельности. Так, существующий закон регламентирует качество окружающей природной среды нормативами и стандартами, обеспечивающими экологическую безопасность населения, воспроизводство и охрану природной среды. К ним относятся, в частности, так называемые предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе (ПДК). ПДК разрабатываются и утверждаются Министерством здравоохранения Республики Узбекистан, они индивидуальны для каждого вещества и едины на всей территории республики. В настоящее время утверждены ПДК для более чем полутора тысяч веществ, т.е. практически для всех загрязнителей атмосферы.

В последние годы уровень загрязнения воздуха в целом значительно уменьшился, однако и сегодня, к сожалению, в республике нет ни одного крупного населенного пункта, в котором качество воздуха соответствовало бы всем санитарным нормам.

Для того чтобы обеспечить безопасное для здоровья людей содержание вредных веществ в атмосферном воздухе, для каждого предприятия, по каждому выбрасываемому веществу устанавливается предельно допустимый выброс (ПДВ) - как суммарный (тонн в год), так и в единицу времени (грамм в секунду). ПДВ разрабатываются предприятиями и утверждаются Госкомприродой и периодически пересматриваются. Сейчас практически все предприятия имеют утвержденные нормативы на выбросы в атмосферу.

Для транспортных средств устанавливаются нормы содержания вредных веществ в отработанных газах; эти нормы разрабатываются специализированными конструкторскими бюро и утверждаются Госстандартом Республики Узбекистан.

В условиях перехода народного хозяйства к рыночным отношениям платным становится и природопользование. Нарушители природоохранного законодательства несут, прежде всего, экономическую ответственность. Предприятия, выбрасывающие в атмосферу вредные вещества в количестве, превышающем утвержденный норматив, вносят сегодня плату в фонд охраны природы. Причем, цена возрастает пропорционально превышению норм выбросов. Только в 1993 году по этим причинам взыскано 82,7 миллиона сумкупонов. В будущем планируется введение платы и за выбросы в пределах ПДВ.

Только в 1993 году по этим причинам взыскано 82,7 миллиона сумкупонов. В будущем планируется введение платы и за выбросы в пределах ПДВ.

Эти меры широко применяются в случаях нежелания руководителей предприятий принять необходимые меры по снижению выбросов в атмосферу. В 1994 году, например, приостанавливалась деятельность 160 промышленных объектов; среди них: отражательная печь Алмалыкского горно-металлургического комбината - на 120 дней; котлоагрегат № 4 Ангренской ГРЭС - на 20 дней, цементная мельница в Кувасае - на 23 дня и др.

В законе отдельным абзацем оговорено, что все министерства и ведомства, учреждения, организации и частные лица обязаны принимать меры по сокращению, а в последующем - по полному прекращению производства и использования химических веществ, вредно воздействующих на озоновый слой. На этом вопросе следует остановиться особо.

Все известные методы очистки отходящих газов от вредных примесей могут быть разделены на абсорбционные (мокрые), адсорбционные и хемосорбционные (сухие). Абсорбционные методы могут быть как чисто абсорбционными, так и абсорбционно-каталитическими. Адсорбционные методы могут быть также оформлены как чисто адсорбционные, так и в виде адсорбционно-каталитических.

Абсорбционные и абсорбционно-каталитические методы. Сущность абсорбционного метода заключается в поглощении диоксида серы с помощью жидких поглотителей. В качестве абсорбентов диоксида серы промышленное применение нашли растворы соды, сульфита и бисульфита аммония, основного сульфата аммония, фосфата натрия, известковое молоко и др.

При использовании абсорбционных методов с перечисленными жидкими поглотителями газ подлежит предварительному охлаждению. Это затрудняет рассеивание очищенного газа в атмосфере, и в случае недостаточной очистки охлажденный газ и, следовательно, диоксид серы рассеиваются в атмосфере плохо и будут накапливаться в основном на уровне до 11 м над землей.

Этот метод требует коррозионно устойчивого оборудования, которое занимает большие площади, что приводит к резкому удорожанию метода. Поскольку газовые выбросы исчисляются миллионами кубометров в час с низким содержанием диоксида серы (до 0,5%), при высокой температуре газа метод связан с большим расходом абсорбентов и образованием осадков.

Все вышесказанное не позволяет однозначно решить проблему очистки отходящих газов от диоксида серы при применении этого метода.

Абсорбционно-каталитические методы основаны на окислении диоксида серы в триоксид в абсорбционной среде с участием катализаторов. В дальнейшем триоксид серы легко взаимодействует с активным веществом (оксидами металлов) и образует шлам (сульфиты и сульфаты соответствующих металлов). Во всех абсорбционных методах упомянутые шламы могут быть регенерированы и направлены на повторное использование. Следует отметить, что основные недостатки абсорбционного метода присущи и абсорбционно-каталитическому методу. Здесь также, вследствие недостаточной очистки газа с низкой температурой выброса, диоксид серы будет скапливаться на уровне до 11 м над землей.

Таким образом, во всех абсорбционных методах очистки расходуется большое количество воды, активного вещества (оксиды металлов). Кроме того, необходимость использования для оборудования дорогих стоящих коррозионно-устойчивых металлов делает абсорбционные методы очистки от диоксида серы в ряде случаев экологически невыгодными и не решающими в полной мере проблемы охраны окружающей среды.

Одним из наиболее распространенных методов обезвреживания газов от диоксида серы являются адсорбционные методы. Адсорбционный метод - это сухой метод обезвреживания отходящих газов от диоксида серы путем физической сорбции адсорбентами.

Для адсорбции диоксида серы могут быть использованы как синтетические, так и природные адсорбенты: активированные угли различных марок (углеродные адсорбенты), оксиды алюминия, цеолиты, силикагели и другие пористые сорбенты.

Сухие способы очистки газов от диоксида серы основаны на избирательных свойствах пористых сорбентов, практически не поглощающих другие сопутствующие газы: азот, кислород и др. В работах исследован процесс адсорбционно-каталитической очистки газов от диоксида серы на активированном угле. Как описывают авторы, на поверхности угля в присутствии кислорода и водяных паров образуется серная кислота, которая легко вымывается водой. Однако низкая концентрация серной кислоты ограничивает ее практическое использование.

В работе описывается влияние добавок ванадата аммония и йодистого калия на активированный уголь для улавливания диоксида серы. Авторы считают, что в присутствии ванадата аммония усиливаются процессы окисления, приводящие в конечном итоге к образованию серной кислоты. В работе приводится предполагаемый механизм образования

кислоты. Предложенный способ очистки газа на активированном угле апробирован на опытно-промышленной установке Котласского целлюлозно-бумажного комбината.

К недостаткам, подлежащим дальнейшему устранению, следует отнести дороговизну использованного адсорбента, его недостаточную прочность, приводящую в процессе очистки к частичному разрушению, крайне низкую концентрацию полученной серной кислоты. Кроме того, содержащиеся в отходящих газах пыль, смолистые вещества, зола забивают поры сорбентов и ухудшают процесс очистки и быстро приводят к нарушению режима повторного использования сорбента — активированного угля. Поэтому адсорбционно-каталитический метод с использованием активированного угля не решает проблему в полной мере.

Другим примером адсорбционно-каталитического метода очистки является окисление диоксида серы на поверхности оксида металла с последующим образованием сульфата. Образование сульфата приводит к блокировке активной поверхности адсорбента, которую необходимо восстанавливать. Способностью ускорять окисление диоксида серы обладают различные металлы и их сплавы и оксиды, некоторые соли, силикаты и многие др. вещества и материалы.

Наилучшим катализатором процесса окисления является платина. Однако дефицитность и экономические аспекты вопроса ограничивают ее широкое распространение. В промышленности широко применяются катализаторы из неблагородных металлов, среди которых наибольшей каталитической активностью обладает катализатор, содержащий ванадий.

Работами Наймана и др. исследователей было показано, что при катализе происходит химическое взаимодействие диоксида серы и кислорода с катализатором. Наиболее полное описание катализа и катализаторов для окисления диоксида серы в триоксид выполнено Г.К. Боресковым в известной монографии и последующих статьях. Выведены кинетические уравнения для окисления диоксида серы на ванадиевых катализаторах промотированных оксидами щелочных и на триоксиде железа.

Механизм катализа на всех катализаторах складывается из диффузионного подвода реагентов к активной поверхности катализатора активированной адсорбции реагентов, диоксида серы и кислорода образованием продукта триоксида серы с участием катализатора, десорбции триоксида серы и диффузии его от поверхности катализатора. Такие же стадии могут быть при адсорбции и хемосорбции. Но десорбция обычно осуществляется как отдельная стадия при более высоких температурах, чем адсорбция.

Каталитическое окисление диоксида серы низких концентраций на ванадиевых, железных, хромовых и др. катализаторах подробно изучено В.В. Денисовым с целью применения катализа для очистки от диоксида серы отходящих газов различных производств.

Однако при каталитическом методе обезвреживания в неподвижном слое катализатора газовые выбросы должны быть предварительно очищены от пыли и иметь температуру выше 300+400°C. Кроме того, после каталитического окисления диоксида образующийся триоксид должен быть адсорбирован. Для этого требуется охлаждение газа.

Таким образом, при каталитическом методе очистки возникает проблема улавливания уже окисленного продукта (триоксида серы). Из приведенного краткого анализа перечисленных методов можно заключить, что универсального способа очистки газовых выбросов от диоксида серы не существует.

Для решения проблемы обезвреживания отходящих газов промышленности от диоксида серы требуется метод без охлаждения большого объема газа с малым содержанием диоксида серы (до 0,5%). При этом применяемые сорбенты должны быть доступными и дешевыми.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие уточненные задачи исследования:

- выполнить с критических позиций анализ современного состояния решаемой научно-технической проблемы;

- разработать информационную систему расчета свойств веществ и компонентов газовых выбросов, позволяющую адаптировать математические модели к системным расчетам при автоматизированном проектировании;
- разработать математические модели и алгоритмы расчета основных процессов очистки газовых выбросов, отвечающих условиям эксплуатации технологических комплексов;
- выполнить содержательную постановку задач исследования и оптимального проектирования системы очистки газовых выбросов промышленности;
- оптимизировать тепловой режим реактора со стационарным слоем катализатора;
- выполнить теоретические и экспериментальные исследования свойств и характеристик отработанного промышленного катализатора АВК-10 и на основе его ресурсных испытаний модифицировать и изучить характеристики усовершенствованных катализаторов;
- обосновать технологию приготовления модифицированных алюмованадиевых катализаторов, изучить их активность и другие физико-химические свойства, в том числе фазовый состав и структуру применительно к промышленным условиям очистки газовых выбросов от оксидов азота;
- исследовать технологический процесс хемосорбции диоксида серы на активных пористых сорбентах, содержащих оксид марганца, и получить математическую модель процесса, протекающего в многосекционном аппарате;
- выполнить оптимальное проектирование промышленного агрегата для осуществления совмещенного технологического процесса очистки газовых выбросов от диоксида серы и получения товарных марганцевых соединений;
- организовать выпуск опытно-промышленной партии модифицированного катализатора АВЖК-10 и провести его комплексные промышленные испытания;
- провести производственные испытания разработанной технологической установки для хемосорбции диоксида серы марганцевой рудой;
- испытать активированные пористые сорбенты из отходов промышленных производств на созданной опытно-промышленной установке;
- обсудить вопросы технико-экономической эффективности от реализации разработок диссертации в промышленных схемах очистки газовых выбросов от вредных примесей.

Решение перечисленных задач исследования должно обеспечить: возможность реализации перспективной общей методики математического моделирования технологических процессов очистки газовых выбросов с учетом нестационарной активности катализаторов, на основе которой становится возможным нахождение оптимально согласованных режимов работы аппаратов; решения важных прикладных задач проектирования технологии и аппаратурного оформления системы очистки газовых выбросов от вредных примесей и повышение обоснованности технического уровня проектных решений.

Список литературы / References

1. Маргулов Р.Д., Коротаев Ю.П. Добыча, подготовка и транспорт природного газа и конденсата. Справочное руководство в 2-х томах. Том 1. // Недра. М., 1984. Т. 1. С. 360.
2. Донских Б.Д. Разработка методов исследования эффективности работы установок промысловой подготовки природного газа: Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. // Газпром ВНИИГаз. М., 2011. С. 144.
3. Ахметов С.А., Баязитов М.И., Кузеев И.Р., Сериков Т.П. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа // ред. С.А. Ахметова / Недра. СПб., 2006. С. 868.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ

Ермаков А.А.¹, Павлов И.А.² Email: Ermakov1166@scientifictext.ru

¹Ермаков Анатолий Анатольевич - кандидат технических наук, профессор, доцент;

²Павлов Иван Александрович - магистрант,
кафедра информационных систем и защиты информации,
Иркутский государственный университет путей сообщения,
г. Иркутск

Аннотация: планирование процессов – одна из важнейших составляющих управления проектами. От качества планирования во многом зависит результат всего начинания. Оно является одним из главных процессов управления проектом, определяющим во времени все работы по осуществлению проекта. Поэтому планированию следует уделять много внимания и усилий. Данная тема важна для современного мира, так как большая часть бизнеса основывается на выполнении проектов. В данной статье будут рассмотрены методы, способствующие эффективному планированию проектов. Также будет приведен сравнительный анализ этих методов, благодаря которому менеджер проекта может выбрать более подходящий для себя.

Ключевые слова: диаграмма Ганта, методы оптимизации, метод Pert, методы планирования проекта, сетевые методы планирования.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PLANNING METHODS

Ermakov A.A.¹, Pavlov I.A.²

¹Ermakov Anatoly Anatolyevich - Candidate of Technical Sciences, Professor, Associate Professor;

²Pavlov Ivan Aleksandrovich - Graduate Student,
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS AND INFORMATION PROTECTION,
IRKUTSK STATE UNIVERSITY OF RAILWAY ENGINEERING,
IRKUTSK

Abstract: process planning - one of the most important components of project management. The quality of the planning depends largely on the result of the whole undertaking. It is one of the main project management processes that determines in time all the work on the project. Planning should therefore be given much attention and effort. This topic is important for the modern world, as most of the business is based on the implementation of projects. This article will examine methods for facilitating efficient planning projects. There will also be a comparative analysis of these methods by which the project manager can choose more suitable for you.

Keywords: Gant chart, optimization methods, Pert method, project planning methods, network planning methods.

УДК 007.3

В современном мире деятельность успешных организаций заключается в выполнении проектов. Проекты могут осуществляться в любой области деятельности, например, разработка программного средства, проведение предвыборной компании, проектировка оборудования и прочее.

Планирование процессов – это то, с чего начинается любой проект. Оно является одним из главных процессов управления проектом, определяющим во времени все работы по осуществлению проекта. Поэтому планированию следует уделять много внимания и усилий. В большинстве случаев провальность проектов заключается в том, что менеджеры относятся к планированию, как правило, пренебрежительно. В настоящее время существует множество методик для эффективного планирования. Эти методики помогают корректировать планирование, находить более оптимальные варианты, выявляют узкие места в проекте [1, 2, 3, 4, 5, 6 и др.].

Основные проблемы планирования объясняются такими причинами, как:

1. Недостаточно данных для планирования проекта;
2. Недостаточное внимание к определенным аспектам проекта, вследствие чего не все учтено, недостаточно деталей;
3. Плохая осведомленность о работах, проводимых в проекте, как следствие ошибочные расчеты при планировании.

Для устранения проблем с планированием используется ряд известных методов:

1. Теория расписаний;
2. Линейное (календарное) планирование проектов;
3. Сетевые методы планирования;
4. Метод Pert;
5. Эвристические методы оптимизации.

Одним из наиболее популярных методов планирования, ввиду его простоты является линейный метод [1]. С другой стороны, как известно, наиболее точным считается сетевой метод планирования [2]. Нетривиальной задачей для научного планирования является задача составления обоснованного плана для разработки больших компьютерных программ, например, программного комплекса.

В настоящей работе предпринимается попытка сравнить между собой методы линейного и сетевого планирования. Для этого в начале, необходимо провести качественный анализ линейного метода планирования на примере проекта «Разработка программного комплекса».

При линейном планировании разрабатывается календарный график, который называется **диаграммой Ганта**. Диаграмма Ганта отображает следующие параметры проекта:

1. Структуру работ, полученную на основе сетевого графика;
2. Состав используемых ресурсов и их распределение между работами;
3. Календарные даты, к которым привязываются моменты начала и завершения работ.

Прежде всего, необходимо определиться с ресурсами и исполнителями, которые будут использоваться этим проектом. Предположим, что в качестве исполнителей работы выступают постановщик и 2 программиста, и они распределены между работами согласно табл. 1 [3]. Используемым ресурсом будет время.

Таблица 1. Разработка программного комплекса

№ работы	Название работы	Исполнитель
1	Начало реализации проекта	-
2	Постановка задачи	Постановщик
3	Разработка интерфейса	Программист1
4	Разработка модулей обработки данных	Программист1
5	Разработка структуры базы данных	Программист2
6	Заполнение базы данных	Программист2
7	Отладка программного комплекса	Программист1 Программист2
8	Тестирование и исправление ошибок	Программист1 Программист2 Постановщик
9	Составление программной документации	Постановщик
10	Завершение проекта	-

Пусть дата начала проекта, например, 7 сентября 2019г. (понедельник). При составлении календарного графика учитываются только рабочие дни. Нерабочими считаются все субботы и воскресенья, а также официальные праздничные дни, ближайший из которых – 4 ноября.

Календарный график (диаграмма Ганта) изображен на рис. 1 [3], где ромбиками обозначены вехи, сплошными линиями – продолжительность работ, сплошными линиями со стрелками – резерв времени работ, пунктирными линиями – связь между окончанием предшествующих и началом последующих работ.

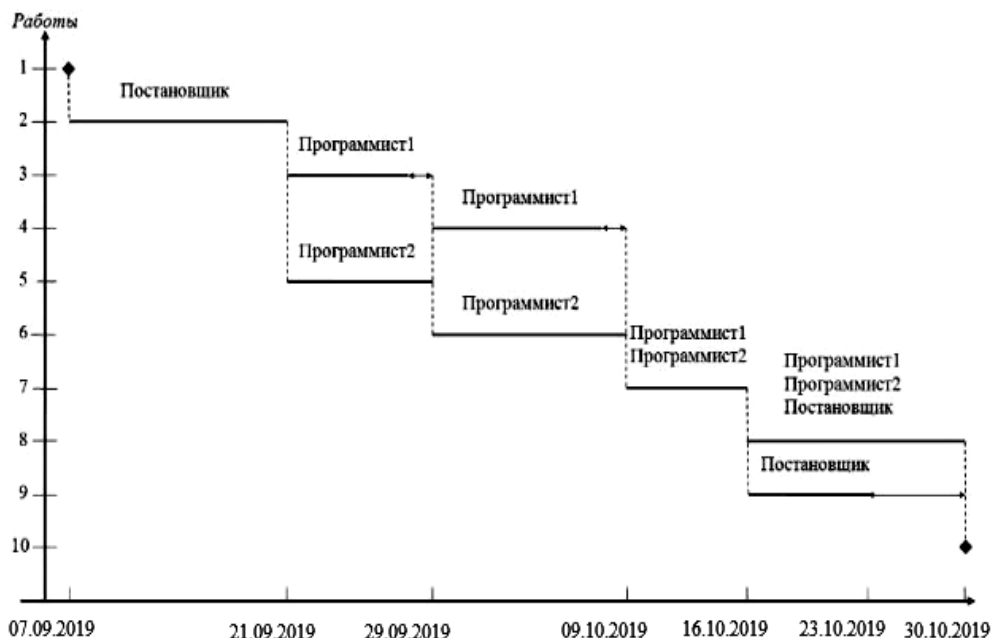


Рис. 1. Календарный график проекта

На основании диаграммы Ганта может быть построен **график временной загрузки**. Этот график показывает процент загрузки конкретного трудового ресурса в ходе выполнения проекта. По оси абсцисс откладывается временной интервал проекта, а по оси ординат – суммарный процент загрузки исполнителя по всем задачам проекта, которые он выполняет в текущий момент времени.

Обычно исполнитель целиком занят решением некоторой задачи и по ее завершении переходит к следующей. Это соответствует 100% загрузке. Однако, в некоторых случаях он может быть параллельно задействован в 2-х или более задачах, выделяя для их решения часть рабочего времени, например, две задачи по 50% каждая, то есть по половине рабочего дня на задачу. График загрузки ресурса позволяет в этом случае контролировать суммарную занятость исполнителя и выявить возможные периоды перегрузки, когда ему запланировано больше работы, чем он может выполнить в течение рабочего дня. Об этом свидетельствует суммарная загрузка более 100%.

Пример графика временной загрузки проекта "Разработка программного комплекса" изображен на рис. 2 [3]. Он построен, исходя из предположения, что каждый работник занят на 100% выполнением запланированной ему задачи. Из графиков видно, что Постановщик перегружен в период с 16 по 23 октября, поскольку в этот промежуток ему назначены две параллельные работы. Область его перегруженности выделена на соответствующем графике штриховкой.

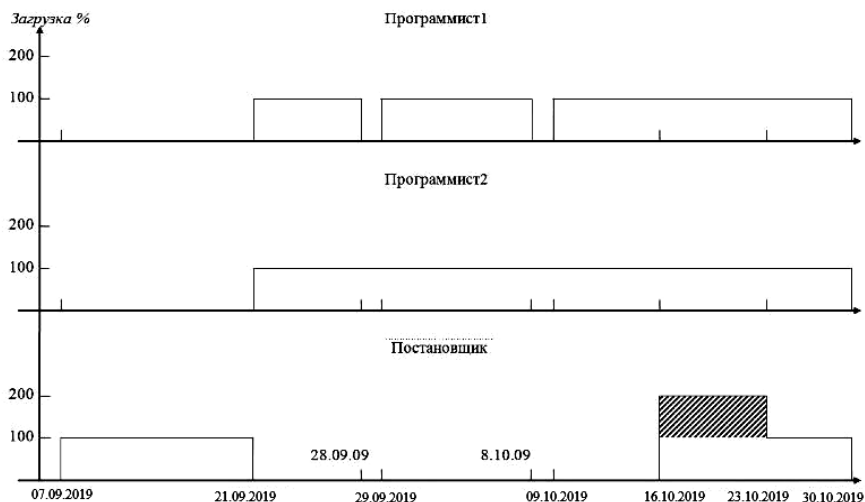


Рис. 2. График временной загрузки

Исходя из графиков, можно отметить, что метод линейного планирования не оптимален, так как не даёт возможности прогнозировать ход событий, что осложняет выбор правильного решения руководителем проекта на выполнение последующих работ и приводит к перегруженности исполнителей (рис. 2).

Далее в качестве примера рассмотрим последовательность работ, представленных на примере учебного проекта по разработке информационной системы мониторинга служебного персонала и построим для него сетевой графика, а также рассчитаем критический путь проекта.

Сначала разобьем проект на этапы. Каждый этап будет иметь свой срок выполнения. Для наглядности срок будет рассчитываться в днях и человеко-часах. Один день будет равняться восьми человеко-часам. Этапы разработки, отмеченные номерами, указаны в табл. 2 [7].

Таблица 2. Этапы разработки проекта

№	Название работы	Срок	
		Дни	Чел./ч
1	Начало реализации проекта	0	0
2	Разработка технического задания	2	16
3	Исследование предметной области	6	48
4	Проектирование классов и основных алгоритмов	5	40
5	Разработка основных модулей ИС	10	80
6	Тестирование основных модулей ИС	8	64
7	Разработка и дизайн интерфейса	3	24
8	Тестирование и исправление ошибок	5	40
9	Демонстрация ИС	1	8
10	Составление программной документации	3	24
11	Завершение проекта	0	0

Сетевой график этого же проекта представлен на рис. 3 [7]. Каждая вершина соответствует этапу работ. Стрелки показывают, какие работы необходимо выполнить, чтобы возможно было начать тот или иной этап.

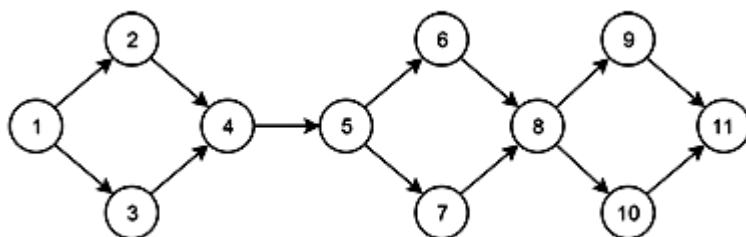


Рис. 3. Сетевой график

При разработке как малых, так и крупных проектов, важно учитывать минимальный возможный временной диапазон на выполнение всех задач для реализации проекта. В таком случае прибегают к поиску критического пути. Основой данного метода является определение наиболее продолжительной последовательной цепочки задач от начала проекта до его окончания. При поиске минимального временного диапазона разработки проекта предполагается, что этапы, составляющие критический путь, не имеют резерва во времени. Такое условие необходимо, т.к. идёт сильное влияние на разработку проекта. Неправильное определение критического пути, т.е. последовательности наиболее трудоёмких во времени задач, приведёт к изменению сроков окончания, срока окончания проекта.

Все работы, которые не относятся к критическому пути, могут обладать временными запасами, а также для них возможно определить два срока: начало и окончание этапа, соответственно наиболее ранние и наиболее поздние.

Используя сетевой график, мы можем рассчитать время раннего и позднего начала работ.

Чтобы определить самое раннее время начала работы этапа, необходимо определить наибольшую длину пути до этого этапа на сетевом графике. Раннее начало последующей работы определяется ранним окончанием предыдущих работ.

Раннее начало и окончание определяются для всех работ графика последовательно от начального события. Расчет определения ранних сроков окончания работ все время идет по наибольшим величинам продолжительности работ.

Позднее начало работы этапа, которое не задержит процесс разработки, определяется разностью продолжительности критического пути и наиболее длинного пути от предшествующего этапа данной работы до конечного. Позднее время начала работ для конкретного этапа определяется как разность между длинами критического пути и наибольшего пути от предшествующего этапа работ до конечного. Если предшествующих этапов несколько, то следует принять минимальное значение, чтобы не вызвать задержки в выполнении последующих работ. Расчет раннего и позднего времени начала изображен на рисунках 4 и 5 соответственно [7].

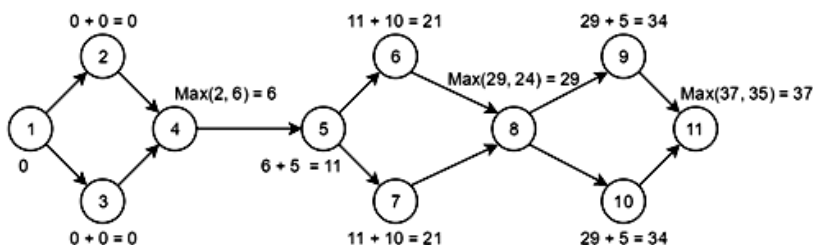


Рис. 4. Расчёт раннего времени начала работ

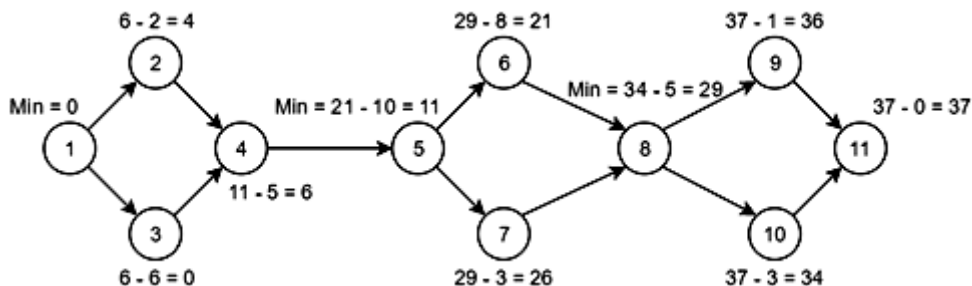


Рис. 5. Расчёт позднего времени начала работ

Резерв времени показывает можно ли отложить начало выполнения данного этапа после выполнения предшествующего, и на сколько. Он определяется как разность между ранним временем начала этапа и поздним. Расчёт резерва времени для этапов проекта представлен в табл. 3.

В результате увидим этапы разработки, по которым есть запас времени. Те этапы, у которых раннее время начала совпадает с поздним имеют нулевой резерв времени. Последовательность, составленная из таких этапов, является критическим путём. Работа над этапами, входящими в критический путь должна начинаться, как только это становится возможным, чтобы работы завершились в срок. Критический путь сетевого графика представлен на рис. 6 [7].

Таблица 3. Расчёт резерва времени

Работа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Раннее время начала	0	0	0	6	11	21	21	29	34	34	37
Позднее время начала	0	4	0	6	11	21	26	29	36	34	37
Резерв времени	0	4	0	0	0	0	5	0	2	0	0

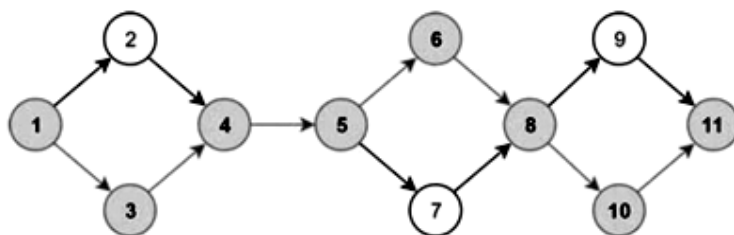


Рис. 6. Критический путь сетевого графика

На основе проведенного анализа представляется возможным сделать вывод, что сетевой метод планирования оптимален, так как он позволяет осуществлять четкий контроль за ходом выполнения работ и предотвращать нарушения плановых сроков и перегруженности исполнителей.

В качестве выводов можно отметить следующие «плюсы» и «минусы» календарного и сетевого методов планирования, представленные в таблице 4:

Таблица 4. «Плюсы» и «минусы» календарного и сетевого методов планирования

Название	Плюсы	Минусы
Календарное планирование	1. Визуализация проекта; 2. Значительное облегчение работы менеджера проекта при планировании;	1. Негибкость, при изменении каких – либо факторов в проекте всю диаграмму приходится перерабатывать; 2. Не даёт возможности прогнозировать ход событий, что осложняет выбор правильного решения руководителем проекта на выполнение последующих работ.
Сетевое планирование	1. Визуализация проекта; 2. Возможность просчета разных сроков наступлений событий; 3. Возможность проведения оптимизации; 4. Осуществление четкого контроля за ходом выполнения работ и предотвращение нарушения плановых сроков.	1. Проведение математических расчетов.

В ходе сравнительного анализа можно сказать, что сетевой метод имеет преимущества по сравнению с линейным методом планирования по ряду причин:

1. Обеспечивает не только планирование, но и моделирование, анализ и оптимизацию проектов выполнения сложных технических проектов
2. Дают возможность соединить между собой множество элементов для описания технологической зависимости отдельных работ и этапов
3. Используется не только для простых, но и сложных производственных процессов

Линейный метод обычно применяется в процессе краткосрочного или оперативного планирования. Основным недостатком этого метода является невозможность тесной взаимоувязки отдельных работ в единую производственную систему.

Список литературы / References

1. Чусавитина Г.Н., Макашова В.Н. Использование информационных технологий в управлении проектами. Магнитогорск, 2011. 216 с.
2. Чусавитина Г.Н., Макашова В.Н. Управление проектами по разработке и внедрению информационных систем. Магнитогорск. Изд.-во: Магнитогорский государственный университет, 2012. 306.
3. Чусавитина Г.Н., Макашова В.Н. Управление проектами с использованием Microsoft Project: учебное пособие. Магнитогорск, Издательство: Магнитогорский государственный университет, 2009. 196 с.
4. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы: учебное пособие/ Лазарев А.А., Гафаров Е.Р.; под ред. С.Н. Васильева: МГУ им. М.В. Ломоносова. Москва, 2011.
5. Ромазанов А.И. Разработка прототипа системы для автоматизированного составления расписаний машинного типа: статья / Ромазанов А.И.; научный руководитель Афонин П.В.: Молодежный научно-технический вестник ФС77-51038. ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана». Москва.
6. Балашов А.И. Управление проектами: учебник для бакалавров / А. И. Балашов, Е.М. Рогова, М.В. Тихонова, Е.А. Ткаченко; под ред. Е. М. Роговой. М.: Издательство Юрай, 2013.

7. Критерий успешного проекта [Электронный ресурс]/ Гибкие технологии. Управление бизнес-процессами. Режим доступа: http://gibtech.ru/blog/discus?entry_id=172/ (дата обращения: 20.01.2020).
 8. Антонов А. Планирование проектов – ставка на результат. [Электронный ресурс]. / Настольный журнал ИТ-руководителя «Директор» / Режим доступа: <http://www.osp.ru/cio/2007/09/4370656/> (дата обращения: 20.01.2020).
 9. Обзор современных эвристических методов оптимизации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/193894/> (дата обращения: 20.01.2020).
 10. Методы решения задач календарного планирования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru/proizvodstvo/kalendarnoe-planirovanie-7.shtml/> (дата обращения: 20.01.2020).
 11. Аксенов В.В. Метаэвристические методы решения задач комбинаторной оптимизации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://omega.sp.susu.ac.ru/books/conference/PaVT2009/papers/Posters/003.pdf/> (дата обращения: 20.01.2020).
-

АКТИВНЫЕ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ С АМОРТИЗАТОРАМИ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

Юсупбеков Х.А.¹, Собиров М.М.², Юлдашев А.Р.³

Email: Yusupbekov1166@scientifictext.ru

¹Юсупбеков Хондамир Абдуллабекович – ассистент;

²Собиров Маъмуржон Маруфжанович - старший преподаватель,
кафедра автомобилестроения;

³Юлдашев Абдувахобжон Рашитович - старший преподаватель,
кафедра метрологии, стандартизации и управления качеством продукта,
Андижанский машиностроительный институт,
г. Андижан, Республика Узбекистан

Аннотация: исследование подвесок легковых автомобилей является одним из главных направлений современного автомобилестроения. В большинстве автомобилей характеристики подвески выбираются в результате поиска компромисса между противоречивыми требованиями устойчивости, управляемости, надежности и комфортности. Одной из важнейших задач, стоящих перед конструкторами автомобилей, является создание для человека таких условий движения, при которых он не будет испытывать никаких негативных ощущений. Реализация этого стремления требует тем больше усилий, чем выше становится скорость современного автомобиля. К тому же постоянно приходится искать некий компромисс с такой, например, важной характеристикой этого движения, как управляемость.

Ключевые слова: подвеска, амортизатор, мехатронная система, мембрана.

ACTIVE SUSPENSION OF A CAR WITH VARIABLE SHOCK ABSORBERS

Yusupbekov H.A.¹, Sobirov M.M.², Yuldashev A.R.³

¹Yusupbekov Hondamir Abdullabekovich – Assistant;

²Sobirov Ma'murjon Maruffjanovich - Senior Lecturer,
DEPARTMENT OF AUTOMOTIVE ENGINEERING;

³Yuldashev Abduvahobjon Rashitovich - Senior Lecturer,
DEPARTMENT OF METROLOGY, STANDARDIZATION AND PRODUCT QUALITY MANAGEMENT,
ANDIJAN MACHINE BUILDING INSTITUTE,
ANDIJAN, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: the study of car suspensions is one of the main directions of modern automotive industry. In most vehicles, suspension characteristics are selected as a result of a compromise between the conflicting demands of stability, handling, reliability and comfort. One of the most important tasks facing car designers is to create for a person such driving conditions under which he will not experience any negative feelings. The realization of this aspiration requires the more effort, the higher the speed of a modern car becomes. Moreover, one constantly has to look for a compromise with, for example, such an important characteristic of this movement as controllability.

Keywords: suspension, shock absorber, mechatronic system, membrane.

УДК 629.1.02.

Цель работы: Разработка мехатронной системы автоматического управления сопротивлением гидравлического амортизатора.

Поставленная цель реализуется следующим:

- разработкой мехатронной схемы управления сопротивлением гидравлического амортизатора;
- разработкой конструкции перепускного клапана гидравлического амортизатора с изменяемой характеристикой сопротивления;

- оптимизацией гидравлических характеристик мембранного узла управляемого гидравлического амортизатора.

Научная новизна:

- Определение гидравлических характеристик мембранного узла регулируемого амортизатора собственной конструкции.

Основная проблема конструирования подвесок состоит в том, что требования к подвеске со стороны устойчивости, управляемости и комфортности оказываются противоречивыми. Так, с одной стороны, подвеска должна быть по возможности более мягкой, чтобы исключить отрыв колес от дорожного полотна при наезде на неровность, а также увеличить комфортность автомобиля для пассажиров и водителя, обеспечить сохранность перевозимых грузов. С другой стороны, подвеска должна быть по возможности более жесткой, чтобы увеличить устойчивость и управляемость автомобиля, именно - чтобы не возникали опасные крены на поворотах, не было клевков корпуса автомобиля при разгоне и торможении, разгружающих переднюю или заднюю оси автомобиля.

При описании подвески одного колеса учитывают (рис. 1.) упругую шину, неподрессоренную массу m (колесо и части подвески), параллельно соединенные упругий (пружина) и демпфирующий (амортизатор) элементы, которые поддерживают корпус автомобиля - поддрессоренную массу M (масса A части корпуса автомобиля). Упругие элементы принимают на себя удары со стороны неровностей дорожного покрытия, преобразуя их в затухающие колебательные движения, а демпфер гасит эти колебания.

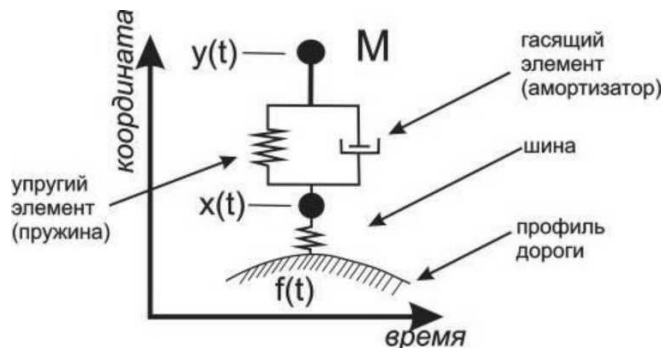


Рис. 1. Схема подвески одного колеса автомобиля:

$x(t)$ - вертикальная координата оси колеса, $y(t)$ - вертикальная координата корпуса автомобиля в опорной системе координат, t - время

Свойства подвески определяются ее характеристиками, основные из которых описывают упругость пружины и вязкость амортизатора в зависимости от различных фаз их движения. В большинстве обычных автомобилей характеристики подвески выбираются в результате поиска компромисса между противоречивыми требованиями устойчивости, управляемости и комфортности. Характеристики подвески оптимизируют с точки зрения среднестатистических условий, в которых будет работать данный автомобиль. Рассчитывается усредненное значение массы автомобиля с учетом возможного веса его груза, оценивается и учитывается характер и качество дорожного покрытия тех дорог, для которых разрабатывается данный автомобиль, требования к динамическим свойствам данного автомобиля, зависящие от его назначения (спортивный автомобиль, пассажирский, грузовой, специальный и т.п.). Характеристики таких подвесок не меняются в процессе эксплуатации автомобиля, если не считать изменений, связанных с износом деталей подвески. Однако очевидно, что подвеска, оптимизированная по всему диапазону условий эксплуатации автомобиля, оказывается неоптимальной в каждой из конкретных текущих дорожных ситуаций, отличающихся от расчетной среднестатистической. Так, при движении автомобиля по сравнительно гладкой дороге оптимальной является более жесткая подвеска, при движении этого же автомобиля по неровной дороге хотелось бы, чтобы подвеска становилась более мягкой. При движении по прямому участку дороги можно иметь более

мягкую подвеску, увеличивающую плавность хода, а при прохождении поворотов, при разгоне и торможении подвеска должна становиться более жесткой, чтобы обеспечить устойчивость автомобиля, не допускать большого крена, тем более - опрокидывания. Хотелось бы также изменять жесткость подвески при изменении веса груза. Имеются и много других факторов, от которых могут зависеть желаемые оптимальные в текущих условиях характеристики подвески (ускорение автомобиля, радиус поворота и т.п.). В работах [7-8], описаны попытки конструирования таких подвесок, которые позволяли бы управлять их характеристиками вручную или автоматически. Например, водителю предоставляется возможность настраивать подвеску перед выполнением конкретной поездки в соответствии с ее планируемыми свойствами. Так, в некоторых автомобилях можно изменять высоту клиренса (дорожного просвета), или жесткость подвески, выбирая из двух - трех вариантов - спортивного (жесткая подвеска) или обычного (мягкая подвеска). Например, в некоторых подвесках, устанавливавшихся на автомобилях, упругость подвески регулировалась пневматическими амортизаторами: на каждом мосте устанавливается три пневматических резервуара, работающих в роли амортизатора. У водителя имеется кран, которым он может задействовать только два, либо все три резервуара. В первом случае подвеска становилась более жесткой, во втором - более мягкой, чем и обеспечивалось изменение свойств подвески. Водитель мог также изменить клиренс, например, в зависимости от скорости движения, качества дороги, а также при остановке автомобиля [7].

Такие конструкции широко применяются на грузовых автомобилях, однако применение их на легковых автомобилях не эффективно, т.к. диапазон изменения поддрессоренной массы легкового автомобиля не так велик.

Иногда обеспечивается возможность изменения характеристик подвески вручную непосредственно в процессе движения автомобиля. Однако такие манипуляции могут отвлекать водителя от управления автомобилем и известны случаи, когда это увлекательное занятие приводило к авариям. Подвески, параметры которых могут изменяться с целью управления, стали называть «активными», однако это не строгий термин, и в каждом случае полезно уточнить, что именно имеется в виду.

Попытки построения подвесок, параметры которых изменялись бы автоматически в зависимости от некоторых текущих условий, привели к появлению различных идей, которые можно подразделить на три типа [7].

Первый тип представлен подвесками, у которых характеристики изменяются в результате некоторых законов механики, гидравлики или пневматики.

Специальное устройство пружинно-листовых амортизаторов делает подвеску тем более жесткой, чем больше вес автомобиля.

Другим примером является называемая «активно-реактивной» или «активно-пассивной» подвеска, где гидравлические диагональные связи между подвесками каждого из четырех колес, позволяют без использования процессоров, датчиков и приводных механизмов «информировать» каждое колесо о том, что происходит с другими, создавая определенное корректирующее смещение колес в разных ситуациях, например, во время поворотов или при наезде одного колеса на препятствие. Функциональное разнообразие действий таких подвесок не велико, при этом требуется установка дополнительного сложного технического и/или гидравлического оборудования, что утяжеляет машину, снижает ее надежность.

Второй тип можно отнести подвески, системы управления которых работают на основе электронных схем или контроллеров, реализующих значение параметров подвески по некоторому детерминированному закону. Такие системы требуют оснащения подвески определенными датчиками, и исполнительными устройствами. Контролер устанавливает фиксированное отображение показаний датчиков в заранее определенные команды исполнительным устройствам, реализующим указанные значения параметров подвески. Очевидно, что таким способом можно реализовать гораздо более сложные детерминированные законы управления, чем посредством механических и гидравлических устройств. Такого рода системы могут управлять подвеской гораздо более динамичнее, чем это может делать человек-водитель, и могут делать это более точно.

Основные проблемы этого типа систем связаны как с трудностями построения точной математической модели автомобильной подвески, так и с необходимостью создания специальных исполнительных устройств. Поскольку автоматическая система может управлять не только выбором из двух-трех вариантов, но гораздо большим их числом, то возникает соблазн оснастить подвеску такими управляемыми элементами, которые допускали бы выбор между большим числом дискретных вариантов параметров или изменений их континуальных значений.

Примером таких управляемых механизмов, которые можно было бы использовать в качестве исполнительных устройств в подвеске, является амортизатор с переменной сопротивляемостью.

Изменяя диаметр пропускного отверстия клапана, можно в широком диапазоне изменять характеристику амортизатора. Быстродействие такого актуатора довольно высокое, оно ограничивается возможностями переключающего механического устройства клапана. Однако при работе клапанов, даже с регулируемыми отверстиями, наблюдается неустойчивое гашение колебаний.

Ещё одним пример амортизатора с переменной жесткостью может являться амортизатор переменной вязкости, в котором в качестве жидкости используется так называемая магнито-реологическая жидкость (MRF), которая представляет собой суспензию в масле очень мелкодисперсных металлических магнитных частиц - диполей [9].

Металлические диполи могут управляться внешним магнитным полем, создаваемым соленоидом, заставляющим их одновременно ориентироваться в заданном направлении, например, вдоль или поперек потока жидкости, или вращаться по определенной оси, что и приводит к изменению вязкости в заданном направлении. Высокое быстродействие системы и широкий диапазон рабочих режимов делают ее очень эффективной.

Опыты показывают, что оптимум электрореологического эффекта может быть достигнут только при оптимальном сочетании концентрации дисперсной фазы и напряженности приложенного электрического поля.

Динамическая вязкость, измеренная при периодическом деформировании, оказывается существенно выше сдвиговой эффективной вязкости, определенной в ротационных или капиллярных вискозиметрах.

Из этого можно сделать вывод, что амортизатор с MRF требует достаточно частого сервисного обслуживания и замены магнитной жидкости, которая в свою очередь является дорогостоящей процедурой. Но он имеет недостатки, заключающиеся в деструкции магнитной жидкости, укрупнении частиц суспензии за счет слипания друг с другом, а главное для условий Узбекистана, где наблюдается большие сезонные перепады температур (летом до $+50^{\circ}\text{C}$, зимой до -25°C) и повышенная запыленность такие амортизаторы не эффективны. При повышении атмосферной температуры жидкость внутри амортизатора становится жиже, что делает его мягче. При понижении атмосферного давления - наоборот.

Запыленность также негативно влияет на свойства амортизатора с ферромагнитной жидкостью. Частицы пыли вокруг амортизатора образуют «альтернативные» магнитные поля. Создаваемые соленоидом магнитные поля могут накладываться друг на друга, что может стать причиной гашения или усиления магнитного поля вокруг амортизатора.

Микрочастицы попадая в ферромагнитную жидкость амортизатора также вызывают негативное влияние на работу системы в целом.

Помимо таких пассивных управляемых элементов подвески были разработаны также активные элементы, например, амортизатор, в который из внешнего резервуара под высоким давлением может впрыскиваться, или, наоборот, откачиваться масло. Такой амортизатор сам может активно воздействовать на автомобиль, надо лишь правильно управлять этими воздействиями.

При помощи гидравлики высокого давления, многочисленных датчиков и мощных микропроцессоров эта активная подвеска мгновенно подстраивает под рессоривание кузова под соответствующую дорожную ситуацию. Таким образом, амортизатор с переменной жесткостью такого типа на 68% уменьшает перемещения кузова при разгоне, движении в

повороте и при торможении. Повороты автомобилей с такой подвеской проходят со значительно меньшими кренами и обеспечивает при резких маневрах объезда более высокий уровень безопасности, чем автомобили с традиционными системами подвески. При тесте „змейка“ динамический крен кузова в зависимости от ситуации снижается на 50% по сравнению со значениями с пассивной подвеской и демпфирующей системой [12].

Недостатком такой системы является повышенный расход топлива, требуемый для приведения в действие такой активной подвески.

Вторая проблема, с которой сталкиваются разработчики управляемых подвесок такого типа, состоит в следующем. Закон управления в зависимости от показаний датчиков, даже если он детерминированный, должен быть рассчитан заранее и зафиксирован в каком-либо виде в контроллере. Такой закон управления рассчитывается на основании анализа математической модели динамики объекта управления - движения корпуса и подвески автомобиля в тех или иных возможных условиях. Составляется математическая модель объекта управления и находится ее обратное решение, которое указывает, какие управляющие воздействия следует развить, чтобы в текущих условиях привести объект управления к заданному желаемому состоянию.

Математическая модель обычно представляет собой большую систему нелинейных дифференциальных уравнений, которые описывают движение как твердотельных элементов автомобиля, так и его осциллирующих элементов. Значения коэффициентов подбираются по результатам стендовых испытаний [14].

Проблема состоит в том, что разработать точную математическую модель автомобиля очень трудно. Попытки учесть чуть более сложные и реалистические элементы автомобиля делают его математическую модель чрезмерно сложной и не поддающиеся расчетам. Ситуацию усложняет то обстоятельство, что свойства реального автомобиля постоянно изменяются даже в течение одной поездки - изменяется его масса в результате изменения числа пассажиров или массы груза, изменяется температурный режим, свойства конструктивных элементов, свойства дороги, режим движения. Поэтому всякая зафиксированная математическая модель в целом оказывается неверной, а качество управления, следовательно, ограничено.

В этом типе существуют и адаптивные системы управления, которые строятся на эмпирическом уточнении значений параметров, при условии, что заранее известен набор характеристик, влияющих на целевую характеристику, и общий вид зависимости между характеристиками, т.е. решается задача идентификации модели.

К третьему типу можно отнести активные подвески, управляющие системы которых строятся не на основе математических моделей, а на основе подходов, характерных для задач анализа «черного ящика», или задач управления «по прецедентам». Это системы нового поколения, основанные на идеях самообучения, автоматической работы со знаниями, с автоматическими распознающими системами, использующие нечеткую логику, нейросети, гибридные системы и т.п. подходы. Работы над такими активными подвесками ведутся в настоящее время в ряде автомобильных компаний, но особенности технологии, реализованные в анонсируемых образцах, как правило, не освещаются. Из общих соображений можно предполагать, что все такого рода системы управления активными подвесками, даже если они эвристические, можно отнести к одному из направлений, известных сегодня в области управляющих систем: это экспертные системы, системы нечеткой логики, нейросети, системы с подкрепляющим обучением.

Достоинством такого рода управляющих систем является то, что они основаны не на математических моделях объектов управления. Закон управления в них получается либо в результате автоматического обучения по прецедентам, либо в результате перенесения в управляющую систему формализованных знаний человека - эксперта. Каждый из названных здесь методов управления имеет свои ограничения, особенности и недостатки, а также способы сглаживания этих недостатков.

Экспертные системы позволяют зафиксировать знания человека - эксперта, который хорошо принимает решения в некоторой области, и затем тиражировать эти способности.

Нечеткие системы являются разновидностью экспертных систем и удобны для построения управляющих систем. Однако в своих канонических вариантах эти системы не предполагают автоматического доучивания или переучивания, т.е. автоматической адаптации, их правила принятия решений задаются вручную при конструировании таких систем. Очевидно, что в области управления подвеской не существует экспертов, умеющих быстро и правильно менять параметры подвески, к тому же здесь требуется постоянное переучивание системы управления. Нейронные сети в своем каноническом виде предназначены для распознавания образов, которым они предварительно были обучены по обучающей выборке. Переобучение нейросети в процессе работы (что собственно и обеспечивает адаптивное управление) вызывает уже серьезные проблемы. К тому же и предварительное обучение связано с трудностью подготовки обучающей выборки прецедентов, трудоемкостью обучения нейросети, проблемами сходимости. Системы с подкрепляющим обучением - одно из наиболее перспективных направлений, также имеют свои органические трудности. В каждой из названных областей проводятся исследования, направленные на поиск путей обхода соответствующих проблем [15].

Исследование истечения жидкости через отверстия мембраны перепускного клапана регулируемого амортизатора.

Основной задачей исследования является определение расхода жидкости и эффективности гашения гидравлического удара во время открытия перепускного клапана мембранного типа, использованного в регулируемом амортизаторе.

Во время экспериментальных исследований при выборе материала мембраны оценивали предел выносливости, модуль упругости и коррозионную стойкость материала, при этом были использованы гидравлические жидкости, согласно выданным на них сертификатам.

Отверстия (поры) мембраны располагают на равных расстояниях друг от друга вдоль окружности мембраны (рис.2.5), исходя из ее прочности для выдерживания давления во время гидравлического удара (20 МПа), при условии сохранения суммарной площади отверстий для их различных диаметров и минимального диаметра $d \geq 0,100$ мм из-за частиц износа.

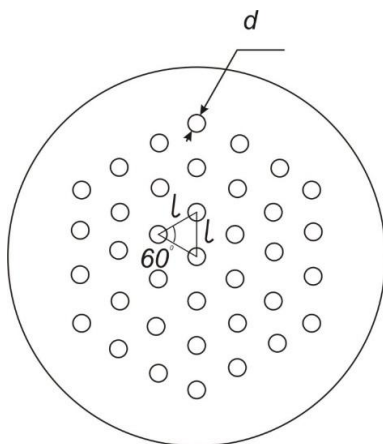


Рис. 2. Мембрана с отверстиями

Результаты экспериментального исследования расхода жидкости через отверстия мембраны (рис.3.) показали, что расход жидкости имеет оптимум при количестве отверстий равном 37, при этом расход жидкости повышается с увеличением толщины мембраны.

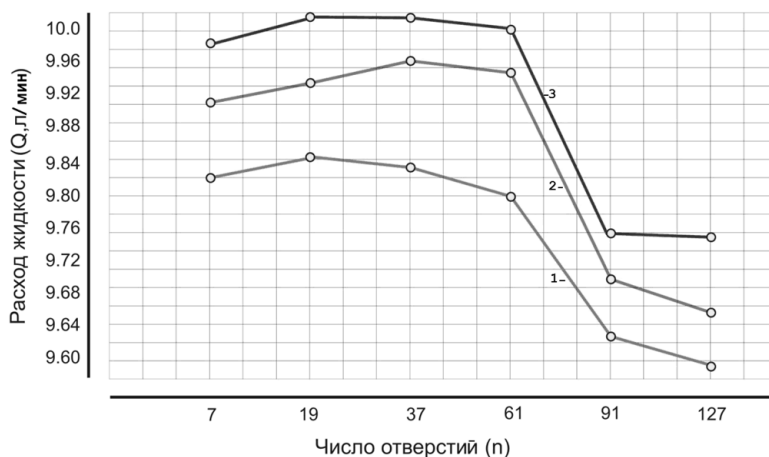


Рис. 3. Зависимости расхода жидкости через мембраны от количества и диаметра отверстий:
1-толщина мембраны 1,0мм; 2-толщина мембраны 1,5 мм;3-толщина мембраны 2,0 мм

Результаты экспериментального исследования гидравлического удара в зависимости от параметров мембраны показали, что с уменьшением диаметра отверстий от 1,546 до 0,315 мм и толщины мембраны от 1,0 до 2.0 мм эффективность гашения давления повышается на 2,2-2,7%.

Анализ проведенных теоретических и экспериментальных исследований предлагаемой конструкции позволил определить следующие параметры мембраны: наружный диаметр 20мм, диаметр отверстий 0,672 мм, количество отверстий 37.

Испытания перепускного клапана мембранного типа проводились на лабораторных стендах.

Во время экспериментальных исследований при выборе материала мембраны оценивали следующие свойства:

- Механические и физические свойства,
- Предел выносливости материала,
- Модуль упругости материала,
- Предел выносливости материала при испытании на изгиб с симметричным циклом нагружения,
- Коррозионная стойкость материала.

Во время эксперимента в лаборатории использованы гидравлические жидкости, согласно выданным на них сертификатам.

Таблица 1. Механические и физические свойства материалов

Механические и физические свойства	Наименования материалов			
	Сталь	Медь	Металло керамика	Бронза
Параметры R, δ (мм)	20 мм, 1 мм			
Предел выносливости R, (МПа)	180-600	40-100	10-12	140
Модуль упругости R,(МПа)	200-600		10-15	180-450
Предел выносливости при испытании на изгиб с симметричным циклом нагружения, R (МПа)	400-800		12-16	350-750
Коррозионная стойкость (скорость коррозии мм/год)	0,025	0,010	0,100	0,020

Таблица 2. Механические и физические свойства сталей

Механические и физические свойства	Виды материалов			
	Сталь 1	Сталь 5	Сталь 10	Сталь 45
Параметры R, δ (мм)	20 мм, 1 мм			
Предел выносливости R _e (МПа)	180-600	187-620	19-650	230-780
Модуль упругости R _e (МПа)	200-600	200-630	230-660	270-800
Предел выносливости при испытании на изгиб с симметричным циклом нагружения, R (МПа)	400-800	420-850	450-1000	500-1300
Коррозионная стойкость (скорость коррозии мм/год)	0,0106	0,0192	0,0216	0,0295

Таблица 3. Результаты экспериментального исследования расхода жидкости через отверстия мембраны

Число отверстия (шт.)	Диаметр мембраны (D, мм)	Диаметр отверстий (d, мм)	Толщина мембраны (δ , мм)	Расход рабочей жидкости Q , (л/ мин)
7	20	1,546	1.0	9.81
			1.5	9.88
			2.0	9.94
19	20	0.938	1.0	9.83
			1.5	9.90
			2.0	9.96
37	20	0.672	1.0	9.82
			1.5	9.92
			2.0	9.96
61	20	0.522	1.0	9.80
			1.5	9.91
			2.0	9.95
91	20	0.428	1.0	9.67
			1.5	9.72
			2.0	9.76
127	20	0.364	1.0	9.59
			1.5	9.63
			2.0	9.66
169	20	0.3151	1.0	9.24
			1.5	9.38
			2.0	9.42

Таблица 4. Результаты экспериментального исследования давления во время гидроудара в зависимости от параметров мембраны

Число отверстий (шт.)	Диаметр мембраны (D, мм)	Диаметр отверстий (d, мм)	Толщина мембраны (δ, мм)	Давление во время гидроудара, МПа
7	20	1,546	1.0	1,3541
			1.5	1,3562
			2.0	1,3576
19	20	0.938	1.0	1,3370
			1.5	1,3386
			2.0	1,3609
37	20	0.672	1.0	1,3221
			1.5	1,3237
			2.0	1,3559
61	20	0.522	1.0	1,3185
			1.5	1,3202
			2.0	1,3211
91	20	0.428	1.0	1,3218
			1.5	1,3239
			2.0	1,3258
127	20	0.364	1.0	1,3268
			1.5	1,3279
			2.0	1,3298
169	20	0.3151	1.0	1,3308
			1.5	1,3316
			2.0	1,3323

Таблица 5. Результаты экспериментального исследование перепада давления в зависимости от параметров мембраны

Число отверстий (шт.)	Диаметр мембраны (D, мм)	Диаметр отверстий (d, мм)	Толщина мембраны (δ, мм)	Перепад давления в внутри отверстий, кПа
7	20	1,546	1.0	3065,625
			1.5	3087,500
			2.0	3106,250
19	20	0.938	1.0	3071,83
			1.5	3093,75
			2.0	3112,47
37	20	0.672	1.0	3068,73
			1.5	3099,96
			2.0	3112,47
61	20	0.522	1.0	3062,47
			1.5	3096,85
			2.0	3109,36
91	20	0.428	1.0	3022,87
			1.5	3037,50
			2.0	3049,96
127	20	0.364	1.0	2996,86
			1.5	3009,37
			2.0	3018,47
169	20	0.3151	1.0	2887,47
			1.5	2931,21
			2.0	2943,75

Компромиссом между комфортом и безопасностью (управляемостью) автомобиля может являться конструкция амортизатора с возможностью регулирования его сопротивления.

Регулирование может осуществляться автоматически в зависимости от нагрузки на ось автомобиля, от скорости его движения, от дорожных условий, от температуры окружающего воздуха и самого амортизатора или от всех условий вместе. В таком случае автомобиль оснащают соответствующими датчиками и блоком управления, подающим команды на исполнительные устройства.

Разработана мехатронная система управления сопротивлением гидравлического амортизатора, которая приводит к повышению комфортабельности управления и содействует безопасности вождения автомобилем

Разработана конструкция перепускного клапана гидравлического амортизатора с изменяемой характеристикой сопротивления;

Оптимизированы гидравлические характеристики мембранного узла управляемого гидравлического амортизатора при различном перекрытии перепускных отверстий перепускного клапана.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения мехатронной системы управления подвеской легкового автомобиля и повышения комфортабельности амортизаторов.

Список литературы / References

1. Гарифуллин А.А. «Разработка мехатронной системы управления подвеской легкового автомобиля», магистерская диссертация по специальности 5А 521101 «Автомобили». Т.: ТАДИ, 2012.
2. Юсупбеков Х., Хакимов А.М. Магистерская диссертация «Исследование истечения жидкости через отверстия мембраны перепускного клапана регулируемого амортизатора». Т.:ТАДИ. 2013.
3. Юсупбеков Х., Хакимов А.М. Дипломная работа «Датчики ускорения для системы автоматического управления работой гидравлического амортизатора». Т.:ТАДИ, 2012.
4. Лебедев О.В., Каниев Ж. Гидрораспределитель с мембранным клапаном. Журнал «Узбекистан кишлок хужалиги». Ташкент, 2007. № 12. С. 30.
5. Лебедев О.В. и др. Мехатронные системы машин. Ташкент. АН РУз, 2010. 2,5 п.л.
6. Сысоева С. Актуальные технологии и применения датчиков автомобильных систем активной безопасности. ж.-л. «Компоненты и технологии». № 2-3, 2007.
7. Иноятходжаев Ж.Ш. Обоснование параметров амортизатора мембранного типа автомобиля с помощью имитационного моделирования., автореф. дис. на соискание ученой степени к.т.н. Т., 2009. С. 22.
8. Патент РУз. № 1АР 03855. Способ контроля технического состояния амортизаторов наземных транспортных систем / Иноятходжаев Ж.Ш. и др. // Расмий ахборотнома, 2009. № 1.
9. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. «Автомобиль конструкций, элементы расчёта». М. Машиностроение, 1989.
10. Иноятходжаев Ж.Ш., Лебедев О.В. Характеристики подвесок автомобилей с системой автономного адаптивного управления ТошДТУ хабарлари. Т., 2006. № 2. С. 59-62.
11. Патент на полезную модель Ru 91317V1. Кл. В60G1/04, 2006.
12. Хакимов А.М., Гарифуллин А.А. Конструкция регулируемого амортизатора подвески автомобиля. «Вестник ТАДИ», Ташкент. № 2, 2010.
13. Богачев Ю.П. Мехатроника - достижения и проблемы. Приводная техника. № 4, 1998.
14. Подураев Ю.В. Основы мехатроники. М: Изд-во МГТУ СТАНКИН, 1999.
15. Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы. Динамика и алгоритмы. М.: Наука, 1978.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В СРЕДЕ MATLAB & SIMULINK

Бадасян Т.С. Email: Badasyan1166@scientifictext.ru

Бадасян Тигран Смбаатович – магистрант,
факультет прикладной математики и физики,
Национальный политехнический университет Армении, г. Ереван, Республика Армения

Аннотация: пакет программ MatLab предназначен для аналитического и численного решения различных математических задач, а также для моделирования сложных электротехнических и электромеханических систем. Одним из инструментальных средств является среда MatLab, которая оснащена мощными возможностями структурного, объектно-ориентированного и визуального программирования (Simulink).

Система инженерных и научных расчётов MatLab (Matrix Laboratory - матричная лаборатория) способна решать задачи линейной алгебры, интегральные и дифференциальные уравнения, выполнять преобразования Лапласа и Фурье, Z-преобразования. Предусмотрено решение статистических и оптимизационных задач. Благодаря программе Simulink имеется возможность анализа и синтеза современных систем управления во временной и частотной областях. Графические возможности пакета позволяют строить двух- и трёхмерные графики в различных координатах. При решении дифференциальных уравнений, в частности, для дифференциальных уравнений в частных производных применять Simulink и инструментарий Partial diferencial Equations Toolbox [3, 4]. Вложенный в него метод конечных элементов (finite elements method FEM) позволяет моделировать решение задачи на плоскости или в пространстве.

Ключевые слова: среда, сигнал, блок интегрирования, линейное уравнение, однородное уравнение.

MODELING OF DIFFERENTIAL EQUATIONS ENVIRONMENT MATLAB & SIMULINK

Badasyan T.S.

Badasyan Tigran Smbatovich - Undergraduate Student,
FACULTY OF APPLIED MATHEMATICS AND PHYSICS,
NATIONAL POLYTECHNIC UNIVERSITY OF ARMENIA, YEREVAN, REPUBLIC OF ARMENIA

Abstract: the MatLab software package is designed for analytical and numerical solutions of various mathematical problems, as well as for modeling complex electrical and electromechanical systems. One of the tools is the MatLab environment, which is equipped with powerful structural, object-oriented and visual programming (Simulink) capabilities.

MatLab (Matrix Laboratory) is capable of solving linear algebra problems, integral and differential equations, performing Laplace and Fourier transforms, and Z-transformations. The solution of statistical and optimization problems is provided. Thanks to the Simulink program, it is possible to analyze and synthesize modern control systems in the time and frequency domains. The graphical capabilities of the package allow you to build two and three-dimensional graphs in different coordinates. When solving differential equations, in particular, for partial differential equations, use Simulink and the Partial diferencial Equations Toolbox [3,4]. The finite element method (FEM) embedded in it allows you to simulate a solution to a problem on a plane or in space.

Keywords: medium, signal, integration unit, linear equation, homogeneous equation.

УДК 004.43:517.91

Введение. Задачи различных отраслей часто сводятся к дифференциальным уравнениям или системам дифференциальных уравнений [1, 2]. Часто возможно бывает решить дифференциальные уравнения аналитически, однако немало случаев, когда уравнение не

имеет точного аналитического решения и возникает необходимость обратиться к численным методам. Разработан ряд численных методов, которыми возможно решить дифференциальные уравнения. Однако ошибочно думать, что решение любого дифференциального уравнения или системы дифференциальных уравнений численными методами – это легкая задача. Причина в том, что нет разработанного численного метода, который позволил бы решить произвольное дифференциальное уравнение. Необходимо иметь четкое представление о том, какой численный метод является более эффективным для решения данного дифференциального уравнения.

Целью статьи является демонстрация возможностей пакета Simulink при компьютерном моделировании дифференциальных уравнений, имитационного моделирования динамических систем. Simulink – один из самых мощных компонентов числового пакета MATLAB, предназначенный для компьютерного моделирования и анализа систем, поведение которых зависит от времени [3, 4].

Моделирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.

Исследование, как правило, начнем с простейшего типа – уравнение вида $\frac{dy}{dx} = f(x)$ с

дискретными переменными, интегральным уравнением которого будет $y = \int f(x)dx + y(0)$. Удовлетворяя начальному условию $y(x_0) = y_0$ частное

решение будет представлено в виде $y = \int_{x_0}^x f(x)dx + y(0)$. В частном случае, если

уравнение имеет вид $\frac{dy}{dx} = a$, то частное решение, удовлетворяющее начальному

условию $y(x_0) = y_0$, будет иметь вид $y = a(x - x_0) + y_0$, которое является уравнением прямой, проходящей через точку (x_0, y_0) на плоскости R^2 . Модель s

уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x)$ будет иметь следующий вид (рис.1):

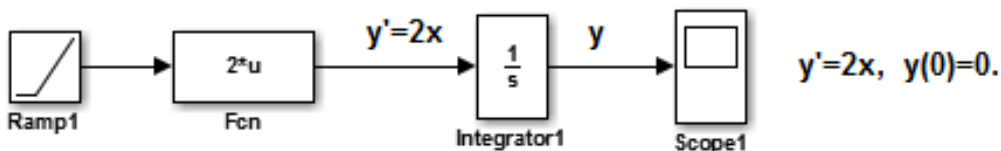


Рис. 1. Решение дифференциального уравнения: структурная схема в Simulink

Два внутренних блока играют решающую роль в схеме. На входе блока интегрирования выдается сигнал $f(x)$, который характеризует неоднородность уравнения. На выходе интегратора мы получим решение уравнения в виде $y(x)$.

Далее рассмотрим линейное дифференциальное уравнение первого порядка вида

$\frac{dy}{dx} = p(x)y + f(x)$. Модель s задачи будет иметь следующий вид (рис. 2):

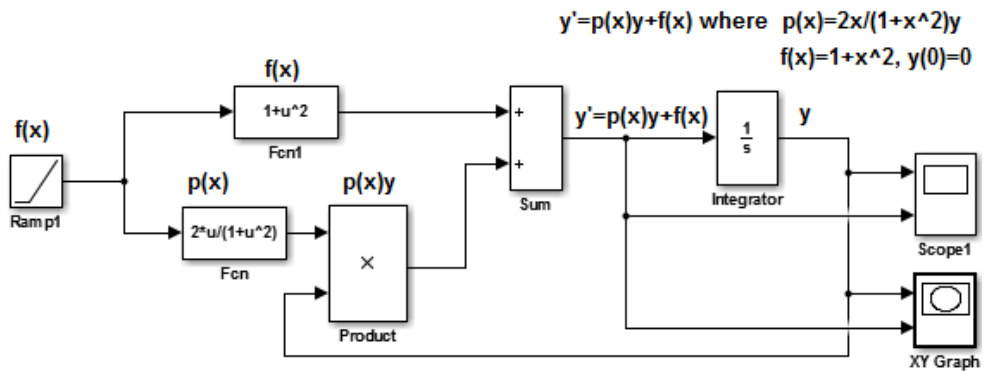


Рис. 2. Решение дифференциального уравнения первого порядка: структурная схема в Simulink

Основным конструктивным элементом модели линейного уравнения является блок интегрирования, который посредством обратной связи получает на входе решение уравнения. В блоке Product сигнал $y(x)$ умножается на $p(x)$, результат передается блоку Sum для суммирования с $f(x)$.

Обсудим более подробно этапы создания схемы, используемые блоки содержатся в библиотеках. Ramp (библиотека Sources) дает непрерывный линейный сигнал. Sum (библиотека Math Operations) - в параметрах выбираем нужные действия: сложение или вычитание. Product (библиотека Math Operations) – умножает входящие сигналы. Integrator (библиотека Continuous) - выполняет интегрирование входного сигнала. Scope, Graph (библиотека Sinks) - строит графики сигнала и производного сигнала в зависимости от времени: Graph (библиотека Sinks) – Возвращает фазовый сигнал производной, то есть зависимость значения функции от производной функции в тех же точках. В меню **Simulation** редактора выберем **Configuration Parameters**. В открывшемся окне выберем Solver и введем следующие параметры. Start Time: 0, Stop Time: 10.0, Type: Variable-step, Solver: ode45 (Dormand-Prince). Для проверки результата возьмем программный код той же задачи в среде Matlab, с применением функции dsolve. Очевидно, что в обоих случаях графики совпадут.

```
syms x y
Exp = '2*x/(1+x^2)*y+1+x^2';           % определение правой части уравнения
Expression = ['Dy = ',char(Exp)];
y = dsolve(Expression,'y(0)=0','x');    % решение дифференциального уравнения
Message = ['y = ',char(y)]; pretty(y);  % выводит решение уравнения
grid on; hold on;                       % строит сетку
xlabel('X axis'); ylabel('Y axis');      % разместить наименование осей x и y
x_new = 0:0.1:10;                       % получает вектор x_new
Cx = symvar(y,1)                         % функция возвращает количество
% переменных
y_new = subs(y,{Cx(1)},{x_new});         % создается новый вектор y_new
plot(x_new,y_new); Title = ['Integral Curves of Equation: ',char(Expression)];
title(Title);                           % название графика
legend(Message);                         % таблица ссылок графика
```

Более детально рассмотрим такой мощный инструмент, как механизм сокрытия подсистемы. Механизм сокрытия подсистем позволяет спроектировать подсистему как единый блок, которое хранится в библиотеке, то есть ему можно добавить окно параметров, объекты и справочную систему.

Чтобы скрыть существующую подсистему, нужно сначала выполнить следующие шаги:

- определить, какие параметры подсистемы использовать в окне будущих параметров.

Определить те параметры, которые надо использовать в подсистеме (Greate subsystem from selection),

- установить параметр в диалоговом окне,

- разработать визуализацию блоков,
- создать комментарии по использованию подсистемы.

Скрытие подсистемы осуществляется посредством редактора **Mask Editor**. Чтобы запустить редактор скрытия, выберите подсистему скрытия из контекстного меню **Diagram**, выбрать команду **Mask** или правой кнопкой мыши открыть окно **Explore** и выполнить директиву **Mask Subsystem for selection**. В случае выполнения команды откроется окно редактирования.

Первая из вкладок окна предназначена для отображения подсистем, вторая - для создания окна диалога входных параметров, третья - для инициализации входных параметров, четвертая - для создания окна справки.

Для блоков **Fcn** и **Fcn1** модели (см. Рис.2) создадим две подсистемы. С помощью первой подсистемы введем значения a и d , а второй – значения b и c . Отметим часть схемы, которую мы сделаем подсистемой и из меню, открытого правой кнопкой мыши, выполним **Edit->Create Subsystem Selection** или из главного меню директиву **Diagram->Subsystem** и **Model Reference**.

Ниже приведена схема модели и двух подсистем а также структура подсистем (рис. 3).

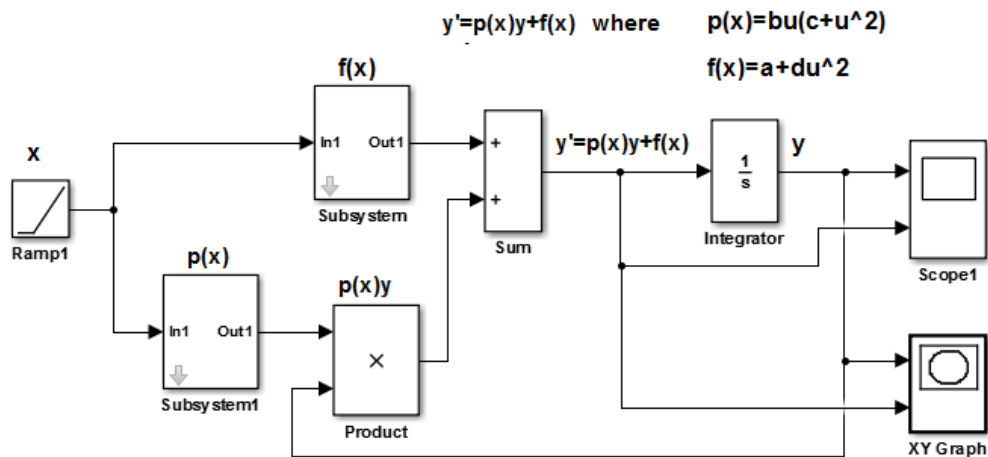


Рис. 3. Решение дифференциального уравнения: схема модели с двумя подсистемами

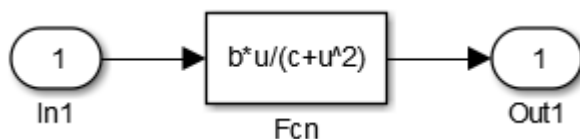


Рис. 3-а. Структурная схема подсистемы для ввод параметров a, d

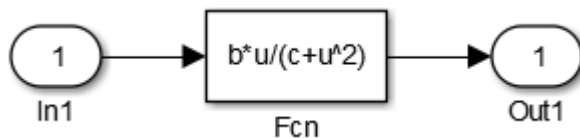


Рис. 3-б. Структурная схема подсистемы для ввод параметров b, c

Теперь организуем ввод параметров a, d, b , и c . Директивой **Diagram->Mask->Create Mask...** мы можем запустить окно редактирования модели. Выполним двойной щелчок мышью по блоку подсистемы, откроется окно подсистемы и директивой **Diagram->Mask->Create Mask...** мы можем запустить окно редактирования модели.

Для формирования окна для ввода параметров в окне **Dialog box** разместим **Group box** и два элемента **edit**. Директивой **Apply** рассмотрим вид входных окон (Рис. 4-а и Рис. 4-б).

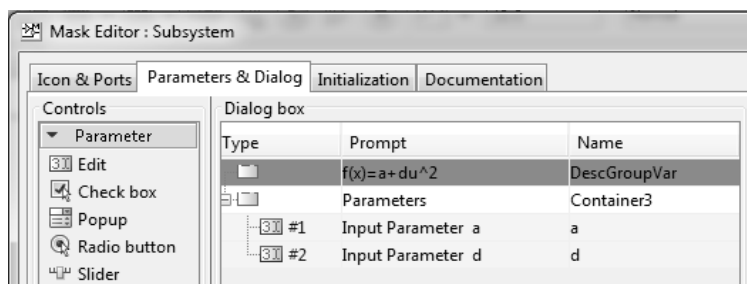


Рис. 4-а. Формирование входного окна: для ввода параметров a и d

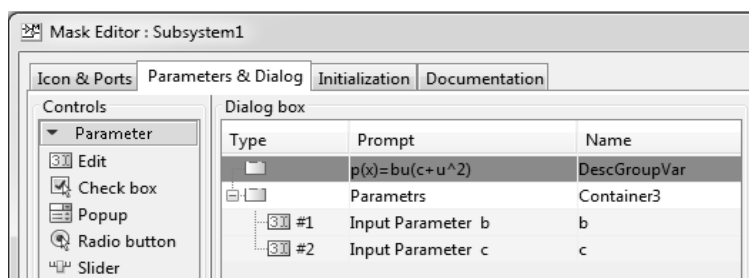


Рис. 4-б. Формирование входного окна: для ввода параметров b и c

Двойным щелчком мыши по блоку подсистемы открыть окно, созданное директивой Mask, и ввести значения констант (Рис. 5).

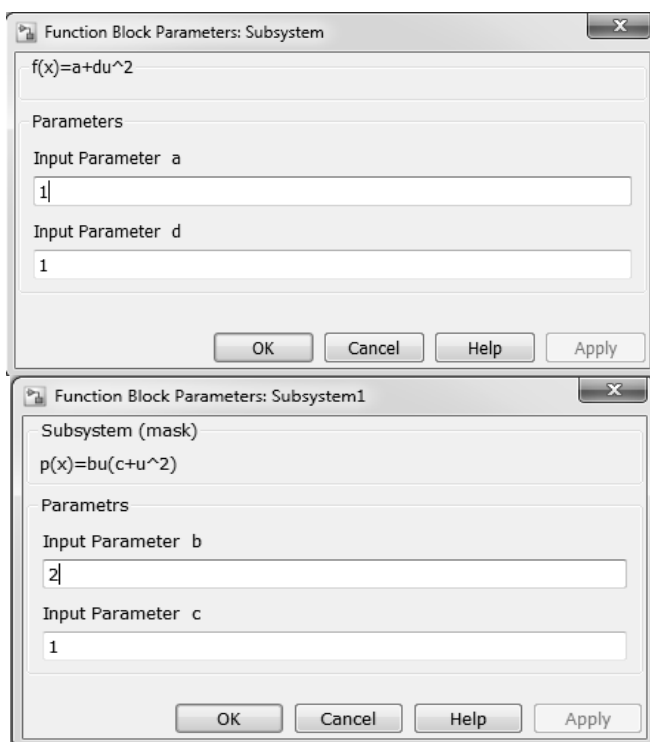


Рис. 5. Вид блоков входных параметров: a и d , b и c

Запустив модель, мы получим фазовую траекторию функции, и графики функций $y(t)$ и $y'(t)$ в зависимости от t (Рис. 6).

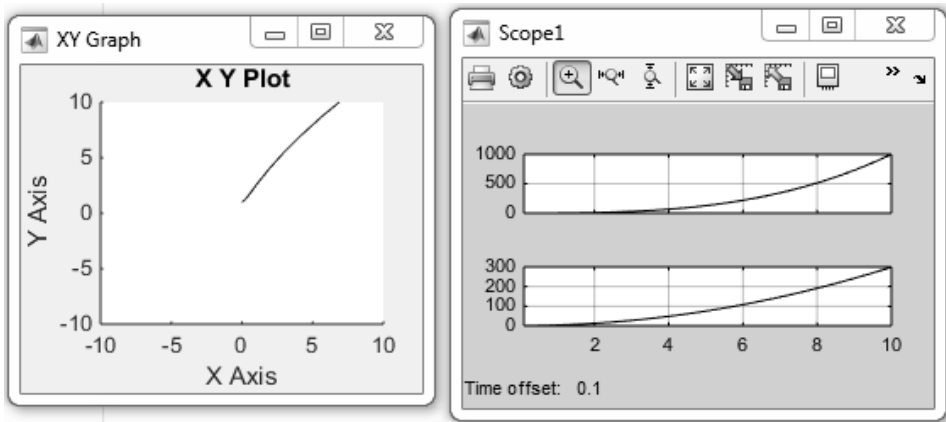


Рис. 6. Фазовая траектория функции, и графики функций $y(t)$ и $y'(t)$ в зависимости от t

Рассмотрим следующее логистическое дифференциальное уравнение первого порядка $y'(t) = -3y(t-1)(1-y(t))$. Ниже приведены модель (Рис. 7-а) и результат решения (Рис. 7-б).

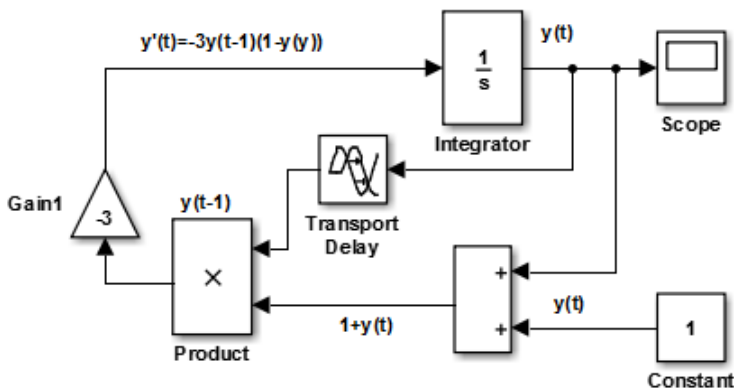


Рис. 7-а. Структурная схема решения дифференциального уравнения

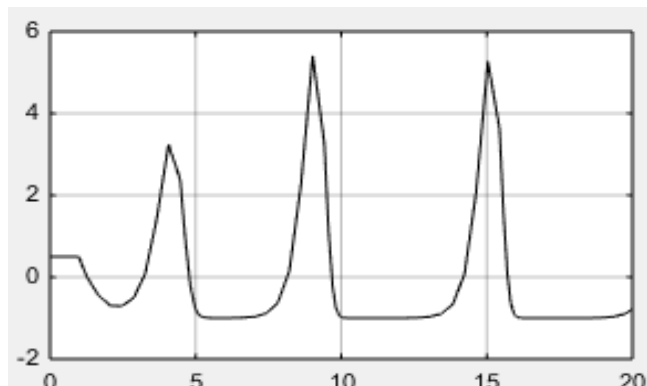


Рис. 7-б. Результат решения логистического дифференциального уравнения

Здесь использован блок Transport Delay, который задерживает входной сигнал на фиксированное время. В окне настройки параметров блока указывается время задержки сигнала (Time Delay - 1), начальное значение выходного сигнала (Initial input), объем памяти, где будет записан задержанный сигнал (Buffer size – дано в байтах -1024).

Моделирование линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Самый простой вид свободных колебаний задается посредством уравнения $\frac{d^2 y}{dx^2} = f(x)$. Модель уравнения состоит из двух блоков интегратора, которые интегрируют входной сигнал два раза.

В системе вынужденные колебания задаются в виде уравнения $\frac{d^2 y}{dx^2} = p(x)y + f(x)$. S-модель этого уравнения основана на двух интегральных блоках с обратной связью t (Рис. 8).

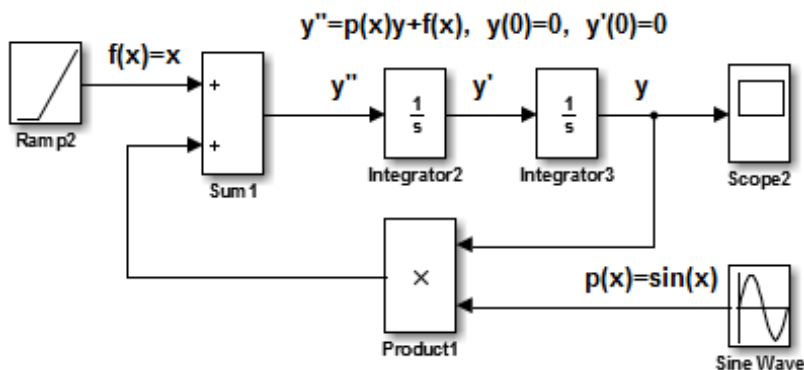


Рис. 8. Структурная схема дифференциального уравнения вынужденных колебаний

Если уравнение вынужденных колебаний, заданно в виде $\frac{d^2 y}{dx^2} = p(x) \frac{dy}{dx} + f(x)$ имеет следующую S- модель (Рис. 9):

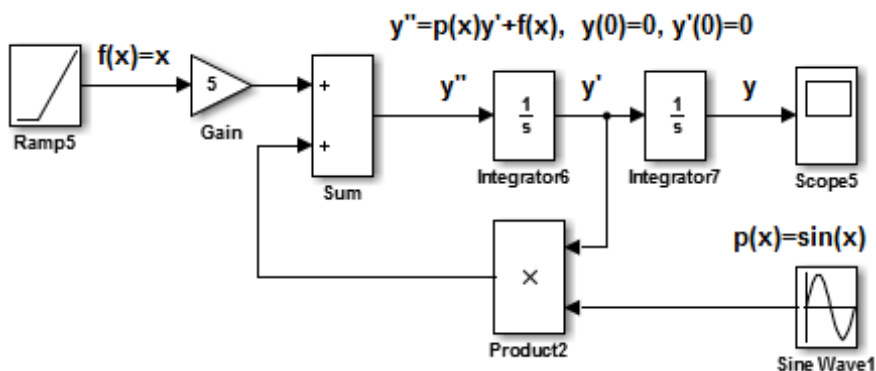


Рис. 9. Структурная схема дифференциального уравнения вынужденных колебаний для второго случая

Особенностью этой модели является обратная связь двух интеграторов, где сигнал от второго интегратора передается на вход первого интеграта. В этой модели уже участвует производная первого порядка данной функции.

В общем случае уравнение вынужденных колебаний имеет вид

$$\frac{d^2 y}{d^2 x} = p(x) \frac{dy}{dx} + q(x)y + f(x).$$

Рассмотрим моделирование задачи свободных и вынужденных колебаний математического маятника.

Если на колебательную систему действуют момент внешней силы и силы трения вязкости, то дифференциальное уравнение, описывающее колебания маятника, может быть записано в следующем виде:

$$\frac{d^2 \varphi}{d^2 t} + 2\beta \frac{d\varphi}{dt} + \omega_0^2 \sin \varphi = \omega_0^2 \theta_0 \sin \omega t, \quad (1)$$

где φ - угол отклонения маятника от положения равновесия, t - время, β - коэффициент затухания, ω_0 - собственная частота незатухающих колебаний маятника, ω и θ_0 - соответственно частота и угловая амплитуда момента силы, действующей на маятник.

Из-за нелинейности дифференциального уравнения (1) анализ уравнения аналитическими методами связан с математическими трудностями. Поэтому целесообразно решить уравнение (1) численным методом Runge-Kutta.

Приведем схему модели (Рис. 10).

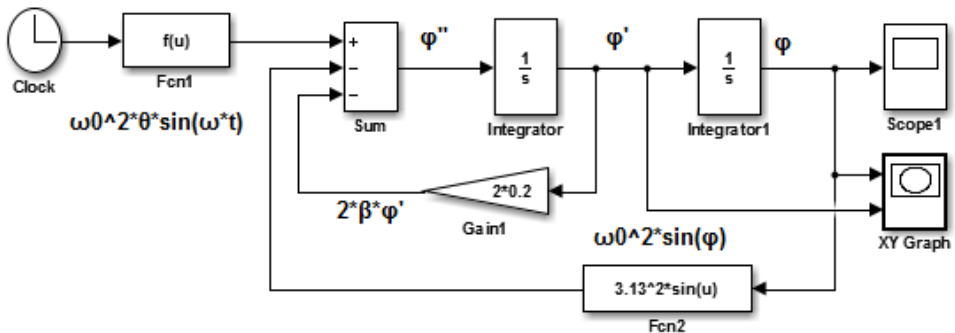


Рис. 10. Решение дифференциального уравнения для математического маятника

Переходя к подсистемам, получим (Рис. 11).

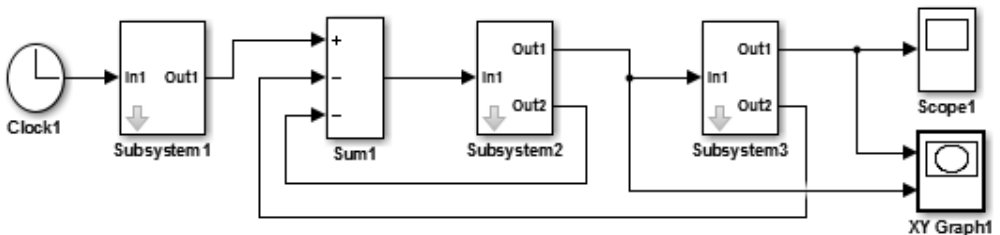


Рис. 11. Решение дифференциального уравнения для математического маятника с использованием подсистем

Ниже приведены структура подсистем и результат решения (Рис. 12-а и Рис. 12-б).

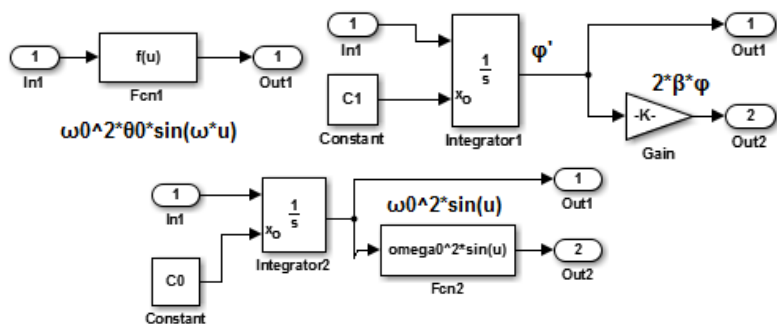


Рис. 12-а. Структура подсистем

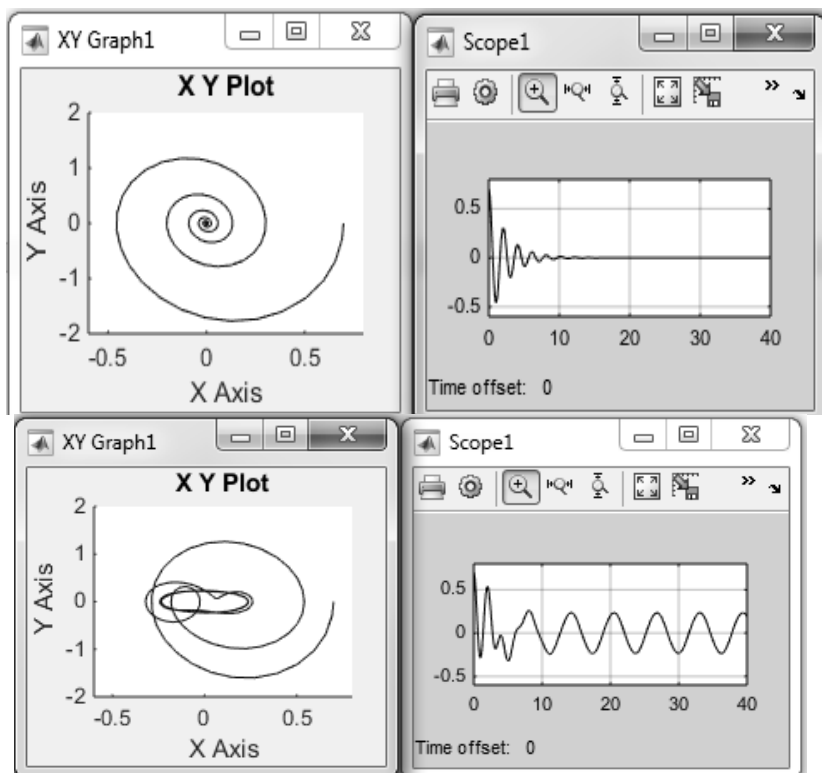


Рис. 12-б. Результат решения

Фазовые траектории затухаю

щих ($\omega = 0$) и принудительных ($\omega = 1$) колебаний и графики зависимостей $\varphi(t)$ при значениях $\omega_0 = 3.13$, $\theta = 12^\circ$, $\beta = 0.4$, $\omega = 1$, $\varphi(0) = 40^\circ$ и $\varphi'(0) = 0$. В зависимости от выбора параметров β , ω_0 , ω , θ_0 , $\varphi(0) = 40^\circ$ и $\varphi'(0) = 0$ можно исследовать колебания маятника.

Для сравнения приведем решение задачи в среде Matlab. Обозначим $x(1) = \varphi(t)$, $x(2) = \varphi'(t)$ получим вектор-функцию правой части системы уравнений $[x(2), -2\beta x(2) - \omega_0^2 \sin(x(1)) + \omega_0^2 \theta_0 \sin(\omega t)]$. Создадим файл-функцию fun.m (function), в которой запишем вектор правой части системы.

```
function F=kol_fun(t,x)
global omega0 theta0 beta omega
F=[x(2); -2*beta*x(2)-omega0*sin(x(1))+omega*theta0*sin(omega*t)];
end
```

Создадим файл Ode_45.m (script) и запишем программный код.

```
clc; clear
```

```
global omega0 theta0 beta omega
```

```
omeg=3.16; omega0=omeg^2; theta0=12*pi/180; beta=0.2; omega=1;
```

```
y0 = [4*pi/180 0]; % вектор начального условия
```

```
[t, y]=ode45(@kol_fun,[0 80],y0); % решение системы
```

```
subplot(2,1,1); plot(t, y(:,1), t, y(:,2), 'b-', 'LineWidth', 1)
```

```
grid on; legend('x(t)','y(t)'); subplot(2,1,2)
```

```
plot(y(:,1),y(:,2),'b','LineWidth',1) % график фазовой траектории
```

Теперь рассмотрим нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка $y'' = y' / x + (y')^2 / y + 4y \cos x$, $y(1) = 1$ и $y'(1) = 1$ с граничными условиями. Схема модели будет выглядеть следующим образом (Рис. 13).

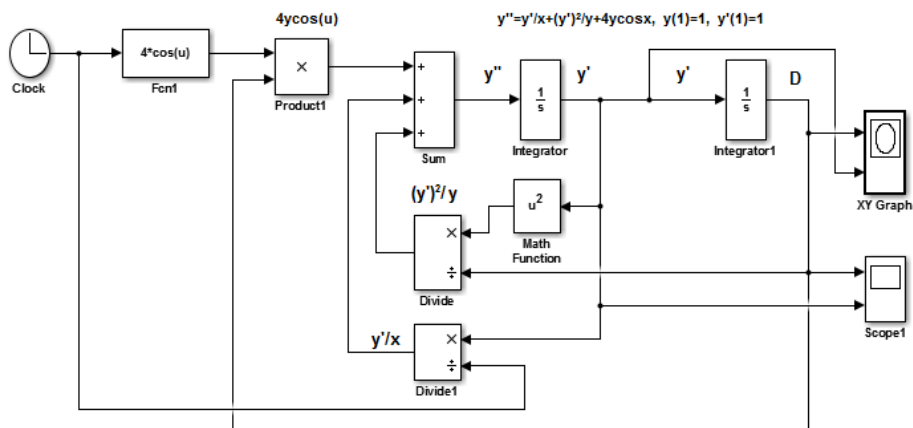


Рис. 13. Решение нелинейного дифференциального уравнения

Структура и работа модели. В блоке Math Function (библиотека Math Operations) получим $y'(t)$ квадрат значения сигнала и полученный сигнал в блоке Divide разделим на значение сигнала $y(t)$ и результат отправим в блок Sum. В блоке Divide1 производный сигнал функции разделим на значение t и результат отправим в блок Sum. От непрерывного линейного сигнала Ramp в блоке Fcn1 получим сигнал $4\cos(t)$, его в блоке Product1 умножим на сигнал $y(t)$ и результат отправим в блок Sum. В результате этих действий на входе первого блока интегратора получим данное дифференциальное уравнение. Запустим модель и приведем решение (Рис.14). На первом рисунке показана фазовая траектория функции, на втором графики функций $y(t)$ и $y'(t)$ в зависимости от t .

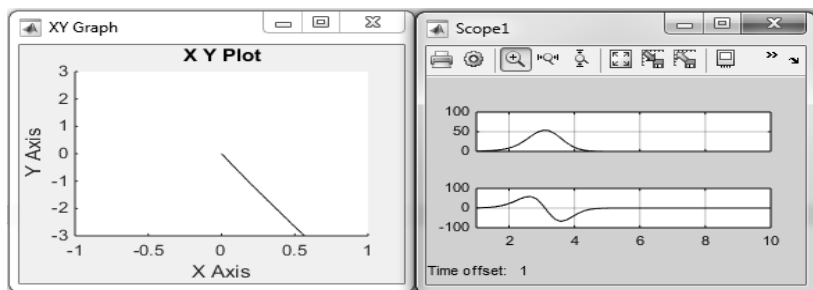


Рис. 14. Результат решения

Закключение. Таким образом, среда Matlab & Simulink позволяет моделировать многопараметрные линейные, нелинейные динамические, управляемые событиями гибридные модельные системы с непрерывным или дискретным временем.

Список литературы / References

1. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 176 стр.
2. Понтрягин А.С. Обыкновенные дифференциальные упражнения. Изд. НАУКА. Москва, 1979.
3. Герман-Галкин С.Г. MATLAB & SIMULINK. Проектирование мехатронных систем на ПК. СПб.: КОРОНА-Век, 2008. 368 с.
4. Трухин М.П. Визуальные средства моделирования систем: метод. разработка для слушателей ФПКП и ПП / сост. М.П. Трухин. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2006. 51 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ В АНАЛИЗЕ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ЗАЕМЩИКА СРЕДСТВАМИ ACCORD.NET FRAMEWORK

Богдан Г.О. Email: Bogdan1166@scientifictext.ru

Богдан Георгий Олегович – магистрант,
кафедра программного обеспечения информационных технологий,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: в этой статье приведен краткий анализ и поэтапное выполнение логистической регрессии (иногда называемой логистической моделью или логит-регрессией), используемой для прогнозирования вероятности возникновения события путем подгонки данных к логистической кривой. Это обобщенная линейная модель, используемая для биномиальной регрессии. В частности использование регрессии такого типа широко используется в автоматизации систем оценки риска и анализа кредитоспособности заемщика, что позволяет напрямую минимизировать участие экспертов и влияние человеческого фактора на принятие решений.

Ключевые слова: статистика, регрессия, логистическая регрессия, логит-регрессия, NET framework, Accord.NET.

ANALYSIS OF CREDIT ABILITY OF A BORROWER BY ACCORD.NET FRAMEWORK USING LOGISTIC REGRESSION

Bogdan G.O.

Bogdan Georgy Olegovich – Master Student,
DEPARTMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY SOFTWARE,
BELARUSIAN STATE UNIVERSITY OF INFORMATICS AND RADIOELECTRONICS,
MINSK, REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: this article provides a brief analysis and phased implementation of logistic regression (sometimes called the logistic model or logit-regression), that used to predict the probability of an event occurring by fitting data to the logistic curve. This is a generalized linear model used for binomial regression. In particular, this type of regression is widely used in the automation of a risk assessment and borrower credit analysis systems, which allows you to minimize the participation of experts and the influence of the human factor on decision making directly.

Keywords: statistics, regression, logistic regression, logit-regression, NET Framework, Accord.NET.

УДК 303.724.32

I. Прикладные средства проведения логит-регрессии

В частности для проведения статистического анализа в программной среде .NET используются несколько прикладных инструментов, среди которых:

- Accord.NET[1];
- ML.NET.

Оба фреймворка универсальные и подходят не только для статистического анализа, а еще и для машинного обучения, обработки изображений и компьютерного зрения. В то время как в ML.NET фреймворке сделан упор на методы машинного обучения и использования нейронных сетей, Accord.NET имеет больше возможностей для проведения регрессионного анализа и заточен под задачи на статистику.

II. Информационное обеспечение

Для примера использования логит-регрессии можно воспользоваться открытыми информационными базами, созданными специально для последующего анализа. Пример

такой информационной базы - UCI Machine Learning Repository, а именно репозиторий Bank Data Set [1], хранящий данные о 5 тысячах заемщиков. Актуальные репозитории создаются специально для отработки методов машинного обучения и регрессионного анализа.

Каждая запись в репозитории Bank Data Set хранит в себе критически важные атрибуты характеризующие заемщика. Далее будет рассматриваться вероятность дефолта как зависимая переменная. Такая переменная будет принимать значение дефолт/отсутствие дефолта будет означать дефолт выданного ранее кредита. В качестве независимых переменных будут использоваться следующие атрибуты:

- Возраст (from 16 to 70 ages);
- Работа (5 types);
- Семейное положение (3 types);
- Текущий кредит (y/n);
- Наличие собственного жилья (y/n);
- Образование (4 types).
- Ежемесячный доход (in \$);

Независимые переменные могут быть представлены в разных шкалах измерения в зависимости от возможности объективных измерений интересующих признаков, используемых статистическими методами для построения моделей. На практике могут быть построены регрессионные модели со следующими типами независимых переменных: только с количественными, только с категориальными, с категориальными и с количественными переменными.

Описываемые независимые переменные имеют смешанный тип. Некоторые из них являются категориальными (несколько символьных значений) и должны быть представлены в виде удобного для фреймворка формата - целочисленных значений. Accord.NET самостоятельно разделит каждую категориальную переменную, а именно каждое ее значение на соответствующее количество независимых переменных с бинарным представлением.

III. Инструмент работы со статистикой Accord.Statistics

Пакет Accord.Statistics является мощным инструментом для работы со статистическими моделями и регрессионными алгоритмами. Логит-регрессия предоставляется пакетом Accord.Statistics.Models.LogisticRegression [2].

Первым шагом в алгоритме будет формирование тестовой выборки существующих заемщиков. Каждое значение записи о заемщике должно быть представлено в целочисленном эквиваленте. Для этого существует класс Codification, который заменит буквенное значение на аналогичное целочисленное и даст каждой независимой переменной ее тип для последующего регрессионного анализа. Среди типов переменных выделяют категориальные, дискретные и распределенные. Очевидно что переменные “Работа”, “Семейное положение”, “Образование”, “Наличие собственного жилья” будут определены как категориальные (Categorical), “Ежемесячный доход” - как распределенный (Continuous), а Возраст как дискретный (Discrete).

Для формирования типов значений в каждой записи, готовую базу нужно передать в метод Learn экземпляра класса Codification. Далее, мы должны оперировать сгенерированными входными и выходными данными (независимыми и зависимой переменной в целочисленном формате). Для этого необходимо вызвать метод Apply и указать, для каких переменных провести преобразования. Так, для 7 независимых переменных будет сгенерировано 25 входных переменных.

Существует два способа формирования модели логистической регрессии для таких данных. Каждый из них несет определенную логику и должен использоваться в зависимости от того, какой аспект логит-регрессии вас интересует. Если вам интересен анализ, обучение модели, корректировка коэффициентов, добавление параметров и последующая проверка различного рода статистических гипотез, то следует использовать экземпляр класса LogisticRegressionAnalysis. Второй способ представляет из себя построение регрессии на основе обучающей выборки и направлен исключительно на прогнозирование новых

входных данных, для этого используется объект класса LogisticRegression. После обучения логистической регрессии на нашей обучающей выборке посредством объекта LogisticRegressionAnalysis, мы сможем увидеть составленные автоматически коэффициенты разных входных параметров. Некоторые из них приведены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты параметров

Параметр	Значение	Коэффициент
Баланс	Варьируется	0.003
Работа	Безработный	-14
Работа	Техническая	1.05
Семья	Женат	0.96
Семья	Холост	0.48
Семья	Разведен	0.11

Ожидаемо, что значение “безработный” имеет огромный коэффициент в принятии решения, а, например, “баланс” имеет на первый взгляд очень малый коэффициент, но, если умножить его на реальные полученные доходы, то его значение значительно возрастет. Для прогнозирования новых записей необходимо вызвать метод Probability у объекта LogisticRegression, передав туда закодированные входные данные. Так, например, женатый человек, работающий в сфере обслуживания и имеющий доход в 1787\$, имеет вероятность дефолта для следующего кредита 0,3%, а вероятность дефолта у неработающего человека с отрицательным доходом в 249\$ – \$ 16%. Разница между этими значениями существенна, но конечный показатель для человека с плохими характеристиками не совсем точен. Из этого можно сделать вывод, что существует известная проблема почти любого алгоритма регрессии, которая возникает после построения модели в любой области, она связана с нехваткой данных для обучающей выборки.

IV. Выводы

Таким образом, причина низкой степени точности предсказания отрицательных исходов, т.е. дефолтов — это недостаточное число “плохих” заемщиков в обучающей выборке[3]. Для более точного прогнозирования дефолта на практике строят модели на основе выборки, измеряемой десятками тысяч наблюдений, с равным числом “положительных” и “отрицательных” исходов зависимой переменной. Зная истинные пропорции “плохих” и “хороших” заемщиков в генеральной совокупности и необходимый объем выборки, можно изменить распределение зависимой переменной с помощью методов перевзвешивания и прореживания выборки. Корректировка в таком случае будет следующая: необходимо добиться нужного соотношения “плохих” и “хороших” наблюдений в выборке для построения модели. Перевзвешивание данных, в отличие от корректировки выборки за счет случайного отбора, дает, как правило, более надежные оценки параметров модели логистической регрессии.

Список литературы / References

1. UCI, Machine Learning Repository. [Электронный ресурс]. Bank Marketing Data Set. USA, 2013. Режим доступа: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/bank+marketing/> (дата обращения: 21.02.2020).
2. Accord.NET, Description, API documentation. [Электронный ресурс]. Specs – Elsevier, 2014. Режим доступа: <http://accord-framework.net/docs/> (дата обращения: 21.02.2020).
3. Применение линейных регрессионных моделей в прогнозировании. [Электронный ресурс]. Студенческий портал, 2016. Режим доступа: <https://studref.com/301710/> (дата обращения: 21.02.2020).

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА В ТЕПЛИЦЕ

Хайриддинов А.Б. Email: Khayriddinov1166@scientifictext.ru

Хайриддинов Акмал Батирович - кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель,
кафедра агрохимии и почвоведения,

Каршинский государственный университет, г. Карши, Республика Узбекистан,

Аннотация: всякое изменение температуры вызывает изменение относительной влажности воздуха. Необходимость хорошего знания этого фактора роста вызывается тем, что овощные растения развиваются лучше всего, а основные тепличные культуры дают больший урожай при определенной относительной влажности воздуха.

Большие отклонения от оптимальной влажности воздуха создают условия для развития некоторых болезней и вредителей, а поэтому закономерности изменения ОВВ в течение суток представляют научный и практический интерес.

Относительная влажность воздуха, в общем, одинакова во всех секциях теплицы благодаря турбулентному воздухообмену, обусловленному накоплением солнечной энергии, действием системы обогрева и инфильтрацией воздуха. Несмотря на эту особенность влажности воздуха, вследствие более высокой температуры в теплице, обусловленной обогревом и накоплением тепла в часы солнечного сияния, воздух, удаляемый из теплицы при проветривании, содержит больше водяного пара, чем воздух, поступающий в теплицу.

На влажность воздуха в теплице с закрытыми фрамугами влияет и ветер. Вентиляционный напор определяется разницей в давлении воздуха снаружи и внутри теплицы, а также и высотой теплицы.

Ключевые слова: влажность, воздух, теплица, температура воздуха, почвы, томат, транспирация, циркуляция воздуха, испарения, микроклимат, полив.

RELATIVE HUMIDITY IN GREENHOUSES

Khayriddinov A.B.

Khayriddinov Akmal Batirovich - Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer,

DEPARTMENT OF AGRO CHEMISTRY AND SOIL SCIENCE,

KARSHI STATE UNIVERSITY, KARSHI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: any change in temperature causes a change in relative humidity. The need for good knowledge of this growth factor is caused by the fact that vegetable plants develop best, and the main greenhouse crops give a greater yield at a certain relative humidity.

Large deviations from optimal air humidity create the conditions for the development of certain diseases and pests, and therefore, the patterns of changes in air pollution during the day are of scientific and practical interest.

Relative humidity is generally the same in all sections of the greenhouse due to turbulent air exchange due to the accumulation of solar energy, the action of the heating system and air infiltration. Despite this peculiarity of air humidity, due to the higher temperature in the greenhouse due to heating and heat accumulation during hours of sunshine, the air removed from the greenhouse during ventilation contains more water vapor than the air entering the greenhouse.

Wind humidity also affects air humidity in a greenhouse with closed transoms. The ventilation pressure is determined by the difference in air pressure outside and inside the greenhouse, as well as the height of the greenhouse.

Keywords: humidity, air, greenhouse, air temperature, soil, tomato, transpiration, air circulation, evaporation, microclimate, watering.

Введение. Один из важных биоклиматических факторов в теплицах – это влажность воздуха. Изменение влажности тесно связано с изменением температуры, поливом и относительной влажностью наружного воздуха. Всякое изменение температуры вызывает изменение относительной влажности воздуха. Необходимость хорошего знания этого фактора роста вызывается тем, что томаты развиваются лучше всего, а основные тепличные культуры дают больший урожай при определенной относительной влажности воздуха.

Большие отклонения от оптимальной влажности воздуха создают условия для развития некоторых болезней и вредителей, а поэтому закономерности изменения ОВВ в течение суток представляют научный и практический интерес [2].

Относительная влажность воздуха, в общем, одинакова благодаря турбулентному воздухообмену, обусловленному накоплением солнечной энергии, действием системы обогрева и инфильтрацией воздуха. Когда не производится вентилирование, движение воздуха обусловлено разницей температур воздуха по высоте и особенно около труб обогрева. Циркуляция воздуха наибольшая при калориферном обогреве. Высокорослые томаты по мере развития начинают препятствовать свободной циркуляции воздуха. Это очень хорошо заметно при выращивании перца, растения которого образуют почти сплошную поверхность в период массового плодоношения [9].

Методы исследования. Циркуляция воздуха в теплицах с трубами обогрева у основания стоек более интенсивна, чем при размещении калориферов под коньком или в не обогреваемых теплицах. Методика полевого опыта. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [3, 6, 8].

Результаты исследований. На ОВВ в теплице ограниченное влияние оказывает и влажность наружного воздуха. Это влияние в наибольшей степени сказывается при проветривании. Влажность воздуха вне помещений за последние 10 лет составляла по месяцам: в январе – около 76%, феврале – 65%, марте 54%, апреле 50%, мае – 41%, июне – 34%, июле – 21%, августе – 30%, сентябре – 41%, октябре – 55%, ноябре – 61% и в декабре – 71%. Эти данные показывают, что с октября влажность воздуха начинает повышаться, держится на высоком уровне до марта, после чего снижается и достигает минимума в июле. Как, правило, в осенне-зимний период относительная влажность наружного воздуха высокая, так как в это время выпадает много осадков много облачных и туманных дней и температура воздуха низкая.

Несмотря на эту особенность влажности воздуха, вследствие более высокой температуры в теплице, обусловленной обогревом и накоплением тепла в часы солнечного сияния, воздух, удаляемый из теплицы при проветривании, содержит больше водяного пара, чем воздух, поступающий в теплицу [1, 4, 5].

На влажность воздуха в теплице с закрытыми фрамугами влияет и ветер. Вентиляционный напор определяется разницей в давлении воздуха снаружи и внутри теплицы, а также и высотой теплицы.

Поэтому необходимо знать средние данные о скорости ветра за последние 10 лет, особенно в важные для тепличного производства месяцы. Эта скорость равна в январе 3,5 м/с, феврале – 5,2 м/с, марте – 8,3 м/с, апреле – 4,4 м/с, мае – 6,1 м/с, июне – 8,3 м/с, октябре – 6,6 м/с, ноябре – 4,9 м/с и в декабре – 3,3 м/с. Бесспорно, в некоторые дни и месяцы скорость ветра превышает 3 м/с. За последнее десятилетие в очень редких случаях скорость ветра достигала 18-20 м/с. Трудно представить точные данные о влиянии ветра на влажность воздуха в теплице, на об этом можно судить по снижению его температуры.

Для тепличного овощеводства необходимо поглощает водяной пар из листьев растений. Так как эту величину трудно определить, в качестве показателя используется ОВВ. Недостающее для полного насыщения воздуха количество водяного пара назовется дефицитом влажности. При одном и том же содержании водяного пара в воздухе дефицит влажности возрастает с каждым повышением температуры. Для поддержания транспирации на желательном уровне ОВВ в теплице регулируют путем повышения температуры. Резкое снижение температуры, например на 5 °С, вызывает образование росы на растениях [7, 9].

Максимальное количество водяного пара, содержащееся в единице объема воздуха, изменяется в зависимости от температуры. При 15⁰С в 1 м³ воздуха может содержаться 13 г водяного пара и ОВВ равна 100%. Если температура воздуха снизится до 5⁰С то для 100% ной ОВВ достаточно всего 6,5 г водяного пара в 1 м³ воздуха (в два раза меньше). В этом случае другая половина водяного пара образует конденсат. При 35⁰С 1 м³ воздуха поглощает 40 г водяного пара. Если в воздухе имеется только 13 г водяного пара, его относительная влажность будет равна 33%. Воздух, насыщенный водяным паром при 15⁰С, при нагревании его до 35⁰С становится относительно сухим без потери водяного пара.

Большая динамичность ОВВ особенно сильно выражена в дневное время вследствие изменений температуры и большего вентилирования. Это хорошо заметно в утренние часы, когда температура подвержена большим колебаниям вследствие усиления солнечной радиации. В эти часы переходят от ночного режима температуры к дневному [3, 10].

Характер кривых на рисунке -1 говорит от сравнительно небольших колебаниях ОВВ в дневное время в период с ноября по февраль. Это объясняется сравнительно слабой солнечной радиацией днем, низкой температурой и высокой относительной влажностью наружного воздуха. Эти три фактора обуславливают небольшие колебания температуры в теплице и необходимость более слабого вентилирования, что выражается в большем постоянстве ОВВ.

Для поддержания ОВВ на уровне, близком к оптимальному для томата, когда она повышена, в теплице необходимо более интенсивное проветривание после 10 ч. Увлечение ОВВ к 10 ч утра в зимние месяцы объясняется усилением транспирации и испарения.

В летние месяцы ОВВ уменьшается и сильно колеблется отличие от зимних месяцев. Проваленные оплаты и практика доказывают, что вследствие сильного понижения ОВВ с 10 до 14 ч после первой половины апреля наблюдаются признаки увядания растений. Для преодоления этого отрицательного явления растения поливают в течение 1 мин. Установлено, что после полива растений в солнечные дни (с мая до августа) в 11 и 13 ч ОВВ повышается на 20-25%. Параллельно температура воздуха снижается на 4-5⁰С. Отмеченный корректирующий эффект прекращается через 50-60 мин и зависит от интенсивности солнечной радиации. Эти данные говорят о необходимости в солнечные дни, при сильном снижении ОВВ, проводить дождевание 2 раза через 1,5-2 ч в наиболее теплые часы, чтобы избежать увядания растений, что отрицательно сказывается на росте и урожае плодовых овощных культур, ухудшает хозяйственные качества плодов, способствует появлению вершинной гнили у томатов, горечи у огурцов и др.

Данные многочисленных наблюдений за изменением ОВВ по месяцам позволяют выявить некоторые тенденции, имеющие большое значение для теории и практики. Изменения средней максимальной и средней ночной ОВВ показывают, что в период после марта вследствие больших колебаний и более значительного снижения температуры в утренние часы – до нагрева солнцем, создаются условия для образования росы на плодах.

Анализ данных об ОВВ в теплицах позволяет отметить, что через день после полива, особенно после дождевания, влажность повышается на 1-5%. Продолжительность периода повышения влажности зависит от степени вентилирования и температуры после полива.

Движение и обмен воздуха в теплицах. Движение воздуха в теплице обусловлено солнечной энергией и тепловым эффектом системы обогрева. Восходящий поток воздуха возникает особенно тогда, когда обогревающие трубы расположены вблизи почвы. Нагретый воздух поднимается вверх, достигает остекленной кровли и после охлаждения снова опускается вниз, благодаря чему создается постоянная циркуляция.

Поступающий через фрамуги и щели наружный воздух смешивается с воздухом теплицы. В теплице с плохой герметизацией происходит сильный и неконтролируемый воздухообмен, тогда как при хорошей герметизации с помощью вентилирования и обогрева движение воздуха регулируются более точно. Воздухообмен в результате разницы температур воздуха в теплице и вне ее называется вентиляционным давлением. Это давление трудно измерить, так как оно очень незначительно. Факторы, влияющие на возникновение разницы в давлении воздуха в теплице и вне ее это разница температур

внутри и снаружи теплицы, высота теплицы и разница в давлении воздуха, обусловленная ветром. Чем сильнее обогрев, тем сильнее влияние теплого воздушного столба. В высоких теплицах тяга всегда сильнее, чем в более низких. Разница в температуре может быть результатом накопления солнечного тепла или создается обогревом. Поэтому, когда температура вне теплицы остается неизменной, температура воды в трубах обогрева повышается. Открытие фрамуг всегда требует более высокой температуры воздуха в теплице, так как происходит более сильное охлаждение.

Повышенная эффективность вентилирования при ветреной погоде объясняется большим давлением на ограждение теплицы с наветренной стороны. В то же время понижается давление с противоположной стороны, где ветер увлекает с собой воздух от теплицы. Чем больше вентиляционное давление, тем больше воздухообмен. В хорошо герметизированной теплице воздух заменяется в среднем 10 раз в час, а при слабом воздухообмене – 5 раз. Большая разница температур обуславливает очень активный воздухообмен.

При небольшой разнице температур (20°C в теплице и 10°C вне ее) температура поступающего воздуха повышается на 10°C и поглощается дополнительная влага. В этом случае количество влаги, удаляемой теплым воздухом из теплицы, велико. Для снижения ОБВ в теплице необходим более интенсивный воздухообмен. При небольшой разнице температур создается и небольшой дефицит водяного пара. Вследствие этого воздух медленно поднимается вверх и воздухообмен слабый. Очень медленно движение воздуха в посевах высоких растений, которое в этих условиях обуславливает более высокую влажность. Вследствие медленного движения воздуха требуется больше времени для его обмена.

Может наблюдаться и противоположный случай, когда разница температур очень велика, например 30°C . Это означает очень сильную восходящую конвекцию и благодаря воздухообмену – большой дефицит водяного пара. Растения сильно испаряют воду, поэтому следует меньше вентилировать. В этих случаях фрамуги открывают, проводят кратковременный полив дождеванием или же поливают бетонированную дорожку, чтобы поддерживать влажность воздуха на необходимом уровне. Возможна конденсация водяного пара на холодных предметах и на частях теплицы. Часть конденсационной воды поступает снова в воздух, когда ее капли падают и испаряются.

Воздух около растений находится в постоянном движении. С воздушным потоком переносятся углекислый газ, кислород и водяной пар. Растения в процессе газообмена поглощают через устьица эти газы или выделяют другие. Иногда перенос газов с воздушным потоком незначителен, что затрудняет их выделение. Воздух около листьев может быть почти неподвижным, когда разница температур невелика и нет ветра. В этих случаях через устьица листьев выделяется водяной пар и поглощается углекислый газ. Если газообмен очень затруднен, недостаток углекислого газа затрудняет фотосинтез, а очень медленное выделение водяного пара ограничивает транспирацию. Тогда образуется очень мало ассимиляторов и рост замедлен, а очень слабая транспирация может привести к сильному повышению температуры растения. Поэтому необходимо избегать застоя воздуха. Скорость движения воздуха, как правило, все больше снижается с уменьшением расстояния до листа, стебля и т.д. Для обеспечения воздухообмена у поверхности листьев необходимо значительно увеличить скорость движения воздуха. В большинстве случаев достаточна скорость движения воздуха около $0,5\text{ м/с}$.

Расположение обогревающих труб имеет очень большое значение для правильного воздухообмена. Чем выше в теплице установлены трубы, тем меньшее влияние они оказывают на движение воздуха у поверхности почвы, особенно когда растения достигнут большей высоты. Бесспорно, большое значение имеет и температура воды в трубах.

Почти во всех современных теплицах, предназначенных для выращивания томатов различной высоты, трубы располагают низко. В этом случае расстояние между трубами и ограждающей поверхностью значительное. Желательно даже при сравнительно теплой погоде температуру воды в трубах поддерживать на уровне не ниже 40°C , чтобы температура воздуха внизу не слишком отличалась от температуры на высоте 2 м. В

противном случае вследствие недостаточного воздухообмена и более низкой температуры водяной пар конденсируется на поверхности почвы или на низко расположенных предметах.

Особым закономерностям подчинено движение воздуха при наличии вентиляторов. В большинстве случаев их устанавливают вместо вентиляционных фрагм или при калориферном обогреве теплиц.

Вентиляторы используются для правильного распределения тепла от теплогенератора или для подачи углекислого газа, а иногда и для регулирования двух элементов микроклимата в теплице. Когда необходимо обеспечить движение воздуха при сильном сопротивлении потоку, в большинстве случаев устанавливают мощные вентиляторы, а для распределения углекислого газа вентиляторы меньшей мощности.

Для создания в теплице воздухообмена нужной интенсивности вентиляторы необходимо распределять очень равномерно.

Список литературы / References

1. *Сигаев Е.С., Гончарука Н.С.* Микроклиматические основы тепличного овощеводства // М.: «Колос», 1982. 3-171 с.
2. *Бексеев Ш.Г.* Выращивание ранних томатов // Л.: «Агропромиздат», 1989. 270 с.
3. *Глуцов М.Н.* Применение удобрений в тепличном хозяйстве // М.: «Московский рабочий», 1987. 141 с.
4. *Нерпин С.В., Чудновский А.Ф.* Энерго- и массообмен в системе Растение почва воздух // Л.: «Гидрометеиздат», 1975. 357 с.
5. *Шетов Б.Х., Бутузов В.А.* Геотермальная энергетика // Энергосбережение, 2006. № 4. С. 70-71.
6. *Geissler Th., Kelm I.* Moglichkeiten zur Rationalisierung der Mineraldungung Durch Kombination mit der Bewasserung im Anbau unter Glas und Plasten // Dt. Gartenbau. 16 (1964) 9. P. 235-238.
7. *Gohler F.* Zur Automatisierung der Wasser- und Nahrstoffversorgung im Gewachshaus // Dt. Gartenbau 17, 1970. 9. P. 172-178.
8. *Karaj J.* Intersuchungen zur Automatisierung der Bewasserung // Int. Zeitschrift der Landwirtschaft, 1972. 5. P. 587-591.
9. *Хайриддинов А.Б.* Влияние растительного покрова на температурно-влажностный режим почвы в теплице // Аграрная наука. Россия, 2019. С. 39-43.
10. *Хайриддинов А.Б.* Температура почвы в геотермальных теплицах // LVII international correspondence scientific and practical conference «European research: innovation in science, education and technology». London, 2019. С. 15-18.

СЕМАНТИЧЕСКИЙ ОБЪЁМ ЛЕКСЕМЫ «НАДМЕННЫЙ» В РУССКОМ ЯЗЫКЕ: ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Ибатуллина Е.А. Email: Ibatullina1166@scientifictext.ru

Ибатуллина Елена Александровна - аспирант,
кафедра теории языка и методики его преподавания,
Башкирский государственный университет, г. Уфа

Аннотация: статья посвящена анализу семантической структуры лексемы «надменный» в древнерусском и старославянском языках, в русском языке Нового времени (конец XVIII – начало XIX вв.) и в современном русском языке. На основе лексикографических источников выявляются особенности происхождения и становления исследуемой лексемы на каждом лингвохронологическом уровне развития русского языка, а также определяется связь лексемы с этимологическим гнездом корневой группы *dhu-h/s-.

Ключевые слова: лексема, лексико-семантическая структура, этимологическое гнездо, лингвохронологический уровень, деэтимологизация.

LEXEMA'S SEMANTIC VOLUME «НАДМЕННЫЙ» IN RUSSIAN LANGUAGE: LEXICOGRAPHIC ASPECT

Ibatullina E.A.

Ibatullina Elena Alexandrovna - Graduate Student,
DEPARTMENT OF LANGUAGE THEORY AND METHODS OF TEACHING,
BASHKIR STATE UNIVERSITY, UFA

Abstract: the article is devoted to the analysis of the semantic structure of the lexeme надменный in Old Russian and Old Slavonic, in the Russian language of the New Age (late XVIII - early XIX centuries) and in modern Russian. On the basis of lexicographic sources, the features of the origin and formation of the studied lexeme at each linguochronological level of development of the Russian language are revealed, and the connection of the lexeme with the etymological nest of the root group *dhu-h/s- is determined.

Keywords: lexeme, lexical and semantic structure, etymological nest, linguochronological level, deethimologization.

УДК 811.161

Актуальность: Одним из актуальных вопросов исторической лексикологии в настоящее время является вопрос происхождения слова, поскольку в результате фонетических, грамматических, семантических изменений в языке слова теряют прямую связь со своей праславянской основой, что затрудняет отнесённость исследуемого слова к тому или иному лексическому гнезду. Так, при реконструкции этимологического гнезда [далее - ЭГ] корневой группы *dhu-h/s- возник вопрос принадлежности к этому гнезду лексемы надменный.

Цель исследования: проанализировать семантические и фонетические особенности интересующего нас слова в его истории и доказать принадлежность к ЭГ *Dhu-h/s-.

Материалы и методы исследования: К исследованию привлечён обширный лексикографический материал, включающий в себя: этимологические словари (ЭССЯ, Фасмер, Черных, Шапошников), исторические (Старославянский словарь, Срезневский, Сл. ДРЯ XI – XIV вв., Сл. РЯ XI – XVII вв., Сл. РЯ XVIII в., Словарь Академии Российской, Словарь языка Пушкина), толковые словари русского литературного языка (БАС, МАС), диалектный (Даль).

В исследовании использован синхронно-диахронический подход к изучению лексемы, который позволил проследить фонетические изменения и изменения графического облика лексемы, становление семантической парадигмы лингвоконцепта *надменный*, а также реконструировать фрагмент этимологического гнезда (далее ЭГ) *Dhu-h/s- от праславянского до современного русского языка.

Результаты: Этимологически лексема *надменный* является производным краткого прилагательного **nadъmenъ*, просуществовавшего в языке до XIX в. Относительно происхождения краткой формы в современной этимологии существует две точки зрения:

1) по мнению М. Фасмера, **nadъmenъ* ‘надутый’ происходит от праславянского глагола **nadъmiti* ‘надуть’, который, в свою очередь, является префиксальным производным от глагольной основы **dъmiti* [10, с. 37];

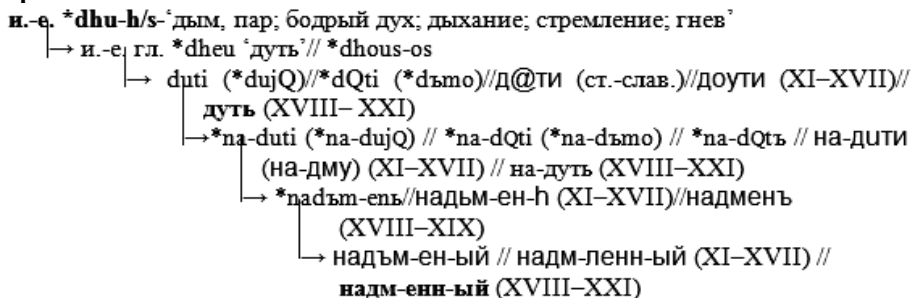
2) согласно «Этимологическому словарю славянских языков...» под редакцией О.Н. Трубачёва, краткое прилагательное **nadъmenъ* ‘надутый’ является производным от инфинитива **nadQti* ‘надуть’, основа которого первоначально совпадала у этого глагола I класса с основой настоящего времени **nadъm-*; этой же точки зрения придерживаются А.К. Шапошников и П.Я. Черных [13, с. 17; 11, с. 557; 14, с. 559].

Однако, необходимо отметить, что формы **dъmiti* и **nadQti* являются производными праславянского глагола **duti* ‘дуть’, восходящего к и.-е. инфинитиву **dheu* ‘дуть’ // **dhous-os*, поэтому реконструировав словообразовательную цепочку (1) и.-е. **dheu* ‘дуть’ // **dhous-os* → **duti* → **dъmiti* → **nadъmiti* → **nadъmenъ*; 2) и.-е. **dheu* ‘дуть’ // **dhous-os* → **duti* // **dQti* → **nadQti* → **nadъmenъ*), фиксируем происхождение краткой формы прилагательного, а следовательно и полной формы *надменный*, от и.-е. глагола **dheu* ‘дуть’ // **dhous-os*, образованного от и.-е. основы **dhu-h/s-* ‘дым, пар; бодрый дух; дыхание; стремление; гнев’.

Мы придерживаемся второй точки зрения, поэтому ниже на схеме дан фрагмент реконструированного нами ЭГ *Dhu-h/s-, позволяющего представить возможное «место» слова *надменный* в структуре именно этого гнезда, обусловленное семантической и словообразовательной производностью в кругу однокоренных слов:

Схема 1

Фрагмент ЭГ *Dhu-h/s-



Особый интерес представляет развитие семантики исследуемой лексемы. Впервые лексема *надъменный* была зафиксирована в «Материалах для словаря древнерусского языка по письменным памятникам» И.И. Срезневского, употребляемая в памятниках древнерусской и старорусской письменности в значениях ‘надутый’ и ‘гордый’: *Надъмении Масилиани*¹ [8, с. 282].

(Необходимо отметить, что в этом же источнике зафиксирована однокоренная к исследуемой лексеме омонимичная пара: *надъмени~* ‘раздувание’ и *надъмени~* ‘гордость’: *Фарисхоу зазырѣти и сповѣдовати надъмение съмѣрено~*, в данном примере лексема употреблена в значении ‘гордость’, причем в подлинном источнике указана форма *надъмение* [там же]). Далее в «Словаре русского языка XI – XVII вв.» приводится только значение ‘высокомерный, надменный, гордый’: *Аще гъсь въсхощеть и увѣмъ* не слово

¹ Все примеры приводятся согласно фонетическим, графическим особенностям данного периода.

надменно, но силу убо не въ словеси цръство б́жие, но въ силѣ [3, с. 71]. Ниже находим дублет (два и более слова равнозначных по значению и потому взаимозаменяемых в списках одного и того же памятника.) к исследуемому прилагательному форму надмленный ‘надменный, гордый’: Якоже бо на искру огньную, аще убо дунеси, запалиши пламень; аще ли плюнеши, угасиши: и обоимъ ты властникъ еси. Тако и о вражди искренняго: аще убо надмлена и изумлена принесеси словеса, въспалѣши оного огнь, раждижеши юглие, ; ащи ли утишена и облегчена, прежде даже огню не въжешися, погасиль еси гнѣвъ весь [там же].

Проанализировав семантическую структуру лексемы *надмленный* в лексикографических источниках, отражающих развитие языка в период XI – XVII вв., можно отметить следующие особенности:

1) в древнерусском языке форма представлена в значениях ‘надутый’ и ‘гордый’. Поскольку, этимологически исследуемая лексема происходит от праславянской глагольной основы **duti* ‘дуть, надуть’, то прилагательное *надмленный*, как и все остальные производные этого лексического гнезда, на данном лингвохронологическом уровне содержит в себе общую сему ‘дуть, надувать’;

2) исходя из вышесказанного, можно предположить, что основное значение прилагательного *надмленный* – ‘надутый’; в этот же период развивается метафорическое значение ‘высокомерный, надменный, гордый’;

3) в «Материалах для словаря древнерусского языка ...» И.И. Срезневского зафиксирована однокоренная для исследуемого слова омонимичная пара: *надъмени*~ ‘раздувание’ и *надъмени*~ ‘гордость’, что в очередной раз доказывает существование значения ‘надутый’.

В XVIII в. в России формируется национальный язык, который отличается от языка великорусской народности «более усовершенствованным грамматическим строем, богатым словарным составом, нормированностью, стилистическим многообразием единиц книжного и разговорного характера» [1, с. 170], поэтому уже в «Словаря русского языка XVIII в.» исследуемая нами лексема зафиксирована с тремя значениями:

1) ‘надутый воздухом, вздувшийся’: *Не подалеку мореначальнический корабль, без грёбли, на надменных шёл парусах;*

2) ‘распухший, опухший’: *Егда суть очеса красны и надмненны, или болят, возьми воды от перистерон сия есть трава, юже глут Италиански бермена; Прелестники, лживцы, и богохулники, имѣти будут толстыя языки, и толь страшно надмненныя, яко не возмогут втягнути оныя в уста своя и уккрытии; Ежели пострѣл будет от крови, что познается из многокровия, лица краснаго, шеи надмненной ..., то надлежит пустить больному кровь в довольном количествѣ;*

3) ‘высокомерный, чрезмерно гордый’: *Сии надмѣнные люди живучи в роскошах не рѣдко добросердечных поселян .. без всякия жалости разоряют; Часто друга продают за бездѣлку, за один взор надмѣннаго грубияна т. е. знатнаго господина; Он был корыстолюбив, копил деньги, жесток от природы, вспыльчив, подл, а по тому над слабѣйшими его, надмѣнѣн. (Субст.) Оставь сию мечту надмненныи, На самага себя озришь; Надмненныи! Видишь ли Гигантов жребий злои, Попранныи громовой стрѣлой? // ‘Выражающий надменность’: Чело надмненное вознеси, Прияв железный скипетр, царь, На громном троне властью севиши, В народе зрит лишь подлу тварь; Его надмѣнный вид, его самонадежность .. все ознаменовывает в нем челоуѣка гордаго [4, с. 176].*

Далее лексема «обрастает» новыми семантическими оттенками, так в «Словаре языка Пушкина» появляются следующие дефиниции, определяющие лексему *надмненный*:

1) ‘надутый, напряжённый’: *Гараль молчал. Надмненное ветрило Его звало к брегм чужой земли; По счастью проворный Гавриил Впиля емо в то место роковое (Излишнее почти во всяком бое), В надмненный член, которым бес грешил;*

2) ‘высокомерный, тщеславный, кичливый’: *Сразились. – Русской – победитель! И вспять бежит надмненный; Здесь будет город заложен На зло надмненному соседу; Чудак печальный и опасный, Созданье ада иль небес, Сей ангел, сей надмненный бес, Что ж он? Все завидовали согласию, царствующему между надмненным Троекуровым и бедным его*

соседом; Самозванец ... День целый ожидал Я тайного свидания с Мариной, Обдумывал все то, что ей скажу. Как оболъцу её надменный ум, Как назову московскою царицей; Надменный Петербург издали смеялся и не вмешивался в затеи старушки Москвы. В значении имени существительного: готов за вами я Повсюду следовать, надменной убегая; Но полно прославлять надменных Болтливой лирою своей; В перен. а) Сальери...Быть может, мнил я, злейшего врага Найду; быть может, злейшая обида В меня с надменной грянет высоты – Тогда не пропадешь ты, дар Изоры. И я был прав! б) О чём-нибудь, имеющем торжественный, величественный вид: И грозным видом поражен, Вопросит сын иноплеменный: «Кто памятник воздвиг надменный?»; Воспоминая упоенный, С благоговеньем и тоской Объемлю грозный мрамор твой, Кагула памятник надменный; Недавно чёрных туч грядой Свод неба глухо облекался, Недавно дуб над высотой В красе надменной величался...// Выражающий надменность, проникнутый гордостью, высокомерием: В эту минуту статный <?> молодой мужик вышел из людской избы, и с видом надменным спросил меня, как я смею буянить; ...вновь она чело подымлет, Надменный взор ее горит, Она с улыбкой говорит; Графиня же была погружена В самой себе, в волшебстве моды новой, В своей красе надменной и суровой; В ответ на его жалобы, он пишет знаменитому старцу надменное письмо; Мазепа. И ты Ревнива! Мне ль, в мои ли лета Искать надменного привета Самолюбивой красоты? [7, с. 716 – 717].

Однако, уже в «Словаре академии Российской...» лексема зафиксирована лишь с переносным значением ‘высокомерный, гордый, кичливый’ [2, ст. 1042 – 1043], что позволяет говорить о процессе сужения семантики слова, и, как следствие, деэтимологизации прилагательного *надменный* из ЭГ корневой группы *dhu-h/s-.

В современном русском литературном языке семантика слова представлена следующими лексико-семантическими вариантами:

1) ‘заносчивый, высокомерный человек’: *Назло надменному соседу Природой здесь нам суждено в Европу прорубить окно; Надменный времениц и льстец его, сенатор, Венчают похвалой победу и позор; За плечом генерала изящный, надменный адъютант тонкими пальцами оправлял торчащие кверху кончики холеных усов;*

2) ‘выражающий надменность, высокомерие’: – *Aufgepasst!* – крикнул сзади их надменный голос. Раздался глухой топот лошадиных копыт, и австрийский офицер, проскакал мимо их; Когда уезжал Чечевицын, то лицо у него было суровое, надменное, и, прощаясь с девочками, он не сказал ни одного слова; Маленькая голова её, подпёртая оплывшим подбородком, была откинута, что придавало ей надменный вид, странно не соответствовавший её тону [6, с. 158].

3) ‘пренебрежительно, свысока относящийся к людям; высокомерный’: [Елизавета Степановна] переменяла своё холодное и надменное обращение на внимательное; На следующий день, утром, Алексей явился к командиру ещё более надменный и важный [5, с. 345].

Выводы: Проведённый языковой анализ позволяет утверждать, что:

1) этимологически лексема *надменный* связана с праславянским глаголом *duti ‘дуть’, который, в свою очередь, восходит к и.-е. основе *dhu-h/s- ‘дым, пар; бодрый дух; дыхание; стремление; гнев’;

2) исследуемая лексема является префиксально-суффиксальным производным от глагола *dъmiti // дмити ‘надувать, нагнетать воздух; делать надменным’;

3) в старославянском и древнерусском языках лексема зафиксирована как многозначная: наряду со значением ‘надутый’ существует и переносное значение ‘гордый, кичливый’;

4) в XVIII – XIX вв. лексема *надменный* теряет своё прямое значение, оставляя лишь метафорическое ‘высокомерный, гордый, кичливый’, таким образом, утрачивая семантическую связь с этимоном *dъmiti // дмити ‘надувать, нагнетать воздух; делать надменным’. Поэтому на современном этапе СГ с вершиной *надменный* является независимым, самостоятельно развивающимся и насчитывает в своём составе 4 производных: *надменничать, надменно, надменность, пренадменный* [4; 9];

5) в настоящее время словари фиксируют только лексико-семантические варианты переносного значения. Употребление слов в метафорическом значении также

свидетельствует о разнообразии значений с данным корнем. «В истории русского языка образуются новые слова с древними по своему происхождению корнями. И сила начального впечатления возникает в слове вновь» [12, с. 53].

Список литературы / References

1. Войлова К.А., Леденёва В.В. История русского литературного языка: учебник для академического бакалавриата. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2017. 499 с.
2. Словарь Академии Российской по азбучному порядку расположенный: В 4-х ч. / Сост. А.Х. Востоков и др. Ч. III. СПб., 1814.
3. Словарь русского языка XI – XVII вв. / Гл. ред. С.Г. Бархударов. Вып. 10. М., 1983.
4. Словарь русского языка XVIII в. / Гл. ред. Ю.С. Сорокин. Вып. 7. СПб., 1992.
5. Словарь русского языка: в 4-х т. / гл. ред. А.П. Евгеньева. Т. II. М., 1986.
6. Словарь современного русского литературного языка: В 17-ти т. / Под ред. Ф.П. Сороколетова, Ф.П. Филина. Т. VII. М., Ленинград, 1958.
7. Словарь языка Пушкина: В 4-х т. / Отв. ред. В.В. Виноградов. Т. 2. М., 1957.
8. Срезневский И.И. Материалы для словаря древнерусского языка по письменным памятникам: В 3-х т. Т. 2. С.-Петербург, 1902.
9. Тихонов А.Н. Словообразовательный словарь русского языка: в 2-х томах. Т. 1. М., 2008.
10. Фасмер М. Этимологический словарь русского языка: В 4-х т. / Пер. с нем. и доп. О.Н. Трубачева. Т. 3. М., 1971.
11. Черных П.Я. Историко-этимологический словарь русского языка: В 2-х т. Т. 1. М., 1999.
12. Шаталова О.В. *Ценить и каяться*: к вопросу о реконструкции праславянского корня *kai-; *koi- // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Русская Филология, 2017. № 3. С. 50–56.
13. Этимологический словарь славянских языков. Праславянский лексический фонд. / Отв. ред. О.Н. Трубачев. Вып. 22. М., 1995. Вып. 5.
14. Этимологический словарь современного русского языка: В 2-х т. / Сост. А.К. Шапошников. Т. 1. М., 2010.

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Федорова Е.А. Email: Fedorova1166@scientifictext.ru

Федорова Елена Александровна - учитель начальных классов,
Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа № 230, г. Санкт-Петербург

Аннотация: современное общество нуждается в активных личностях, способных быстро реагировать на изменения и находить качественные решения проблемных ситуаций. Также повышено внимание к внутреннему миру и уникальной возможности каждого отдельного человека. В силу данных потребностей перед школой и родителями ставится задача личностно ориентированного развития учащихся и решается с помощью двух основных видов деятельности: во-первых, ребёнок развивается на основе прошлого опыта человечества через приобщение к современной культуре, во-вторых, в процессе развития учащийся реализует свои возможности самостоятельно благодаря творческой деятельности. Творческие способности школьников и их развитие происходят через систему определённых занятий. В данной статье отмечается важность использования средств, позволяющих более успешно развить творческие способности школьников в учебной деятельности.

Ключевые слова: элемент творчества, поиск нового, одаренность.

DEVELOPMENT OF CREATIVE ABILITIES IN YOUNGER STUDENTS EDUCATIONAL ACTIVITIES

Fedorova E.A.

Fedorova Elena Aleksandrovna - primary school Teacher;
STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
SECONDARY SCHOOL № 230, SAINT-PETERSBURG

Abstract: modern society needs active individuals who can quickly respond to changes and find quality solutions to problem situations. Also, increased attention to the inner world and the unique capabilities of each individual. Due to these needs, the school and parents are faced with the task of personally oriented development of students, and it is solved with the help of two main activities: first, the child develops on the basis of the past experience of mankind through familiarization with modern culture, and secondly, in the process of development, the student realizes his/her opportunities independently through creative activity. Creative abilities of students and their development occur through a system of certain classes. This article notes the importance of using tools that allow students to develop their creative abilities in educational activities more successfully.

Keywords: element of creativity, search for new, giftedness.

УДК 159.928.22(063)

Глобальные изменения в информационной, коммуникативной, профессиональной и других сферах современного общества требуют корректировки содержательных, методических, технологических аспектов образования, пересмотра прежних ценностных приоритетов, целевых установок педагогических средств.

Федеральный компонент государственного стандарта начального общего образования направлен на реализацию качественно новой личностно-ориентированной развивающей модели массовой школы и призван обеспечить выполнение основных целей, среди которых

называется развитие личности школьника, его творческих способностей, интереса к учению, формируется желание и умение учиться.

Принципиально по новому ставится цель обучения: психическое и творческое развитие личности на основе способности к самореализации.

Существует мнение, что в любой деятельности присутствует элемент творчества, то есть момент нового, оригинального подхода к ее выполнению. В этом случае в качестве творческого элемента может выступать любой этап деятельности - от постановки проблемы до поиска рациональных способов выполнения действий. Когда творчество направлено на поиск нового, оригинального, возможно, ранее неизвестного решения, оно обретает статус деятельности и представляет собой сложную многоуровневую систему.

В советской психологии, прежде всего трудами С.Л. Рубинштейна и Б.М. Теплова, сделана попытка дать классификацию понятий «способности», «одаренность» и «талант» по единому основанию - успешности деятельности. Творческие способности рассматриваются как индивидуально-психологические особенности, отличающие одного человека от другого, от которых зависит возможность успеха деятельности, а одаренность - как качественно своеобразное сочетание творческих способностей, от которых так же зависит возможность успеха в деятельности.

Иногда творческие способности считают врожденными, «данными от природы». Однако научный анализ показывает, что врождёнными могут быть лишь задатки, а творческие способности являются результатом развития задатков.

Задатки - врождённые анатомо-физиологические особенности организма. К ним относятся, прежде всего, особенности строения головного мозга, органов чувств и движения, свойства нервной системы, которыми организм наделен от рождения. Задатки представляют собой лишь возможности, и предпосылки развития творческих способностей, но еще не гарантируют, не предопределяют появления и развития тех или иных творческих способностей. Вне деятельности никакие творческие способности развиваться не могут.

На основе одних и тех же задатков могут развиваться неодинаковые творческие способности, в зависимости опять таки от характера и требований деятельности, которой занимается человек, от условий его жизни и воспитания.

На развитие творческих способностей оказывает влияние и особенности высшей нервной деятельности. Так, от скорости образования и прочности условных рефлексов зависят быстрота и прочность овладения знаниями и навыками.

В соответствии с этим большинство психодиагностических тестов, исследующих творчество, ориентированы на выявление способностей к дивергентному мышлению. Дивергентное мышление - важный элемент творческой деятельности. Оно лежит в основе креативности, а факторы дивергентного мышления могут служить критериями для выявления в оценке креативности.

Креативность - интегративное качество психики человека, которое обеспечивает продуктивные преобразования в деятельности личности, позволяя удовлетворять потребность в исследовательской деятельности.

Творчество как один из видов деятельности и креативность, как устойчивая совокупность черт, способствующих поиску нового, оригинального, нетипичного, обеспечивают прогресс общественного развития.

Исследователи детского творчества делают вывод о том, что традиции и установки в обучении могут либо стимулировать, либо подавлять творческие способности. Они предполагают, что их развитие у детей зависит от того, с каким типами задач ребёнок будет встречаться в процессе обучения. Задачи «закрытого» типа с единственно правильным ответом - не формируют таких важных качеств творческого мышления, как навык ухода от известных ответов, оригинальность и самостоятельность мысли. Эту функцию могут выполнять только задачи «открытого» типа, предполагающие большую самостоятельность в выборе способа решения и большое число ответов.

Приведу примеры таких заданий:

- Игра «Какая осень (зима, погода, собака и т.д.)?». При регулярном проведении таких упражнений отмечается значительный подъем в развитии воссоздающего воображения у детей. Так, например, объем подобранных определений к заданному слову у детей значительно увеличивается уже через несколько недель. Подбирая определения, дети используют, кроме традиционных в данном случае прилагательных, достаточно оригинальные варианты (осень нежная, красная, сонная, солнечная, ветреная, унылая, нарядная, плачущая и т.д.).

- Игра «Что общего между...?». Ребенку предлагается найти в двух объектах общие признаки. Начинать лучше со сравнения предметов, имеющих много общего, например, что общего между апельсином и лимоном? Постепенно следует предлагать для сравнения предметы внешне не похожие. Например, что общего между мухомором и пожарной машиной?

- Упражнение «Что можно сделать из...?». Ребёнку предлагается придумать множество вариантов использования хорошо знакомого предмета, а также комбинировать и сочетать в одном предмете свойства и признаки других предметов.

Проблемная ситуация, поставленная перед ребёнком, способствует активизации мыслительной деятельности, способности и желания к исследованию, креативности ученика, но её решение учеником возможно в том случае, если он умеет справляться с интеллектуальным напряжением, чувством неудовлетворенности в своих учебных результатах.

На уроке на тему «Как человек воспринимает мир», чтобы учащиеся лучше поняли одну из особенностей работы органа слуха человека, учитель предлагает им вопрос, требующий работы творческого воображения.

Например:

- Почему человека может разбудить самый тихий звук, тогда как он может спокойно спать при громко звучащем телевизоре? Для решения этого вопроса у детей нет прежнего опыта, они испытывают недостаток знаний, компенсируемый работой воображения. При этом учащимся напоминается один из способов развития творческого воображения, работа с помощью «системного оператора». Дети мысленно представляют себе условия жизни от рождения до смерти человека будущего, современного человека, древнейшего человека. В последнем случае образы охоты на дикого зверя, отдыха первобытного человека и приводят к решению задачи. Действительно, те древние люди, которые не слышали мельчайших звуков, просто погибали от хищных зверей.

Уровень творческих способностей оказывает влияние на уровень развития познавательных процессов. У детей, обладающих высоким уровнем творческих способностей, наблюдается и больший уровень познавательных процессов в сравнении с детьми с низким уровнем творческих способностей.

Универсальные творческие способности - это индивидуальные особенности качеств человека, которые определяют успешность выполнения им творческой деятельности различного рода.

Детский возраст имеет богатейшие возможности для развития творческих способностей. К сожалению, эти возможности с течением времени необратимо утрачиваются, поэтому необходимо как можно эффективнее использовать их в младшем школьном возрасте.

Успешное развитие творческих способностей возможно лишь при создании определённых условий, благоприятствующих их формированию. Такими условиями являются:

1. Раннее физическое и интеллектуальное развитие.
2. Создание обстановки, определяющей развитие ребенка.
3. Самостоятельное решение ребенком задач, требующих максимального напряжения, когда ребенок добирается до «потолка» своих возможностей.
4. Предоставление ребенку свободы в выборе деятельности, чередования дел, продолжительности занятия одним делом и т.д.
5. Умная доброжелательная помощь.

6. Комфортная психологическая обстановка, поощрение взрослыми стремления ребенка к творчеству.

Для развития творческих способностей можно предложить следующие меры, направленные на эффективное развитие творческих способностей школьников:

1. Введение в программу школьного воспитания специальных занятий, направленных на развитие творческих способностей.

2. На занятиях по рисованию, технологии, музыке давать детям больше заданий творческого характера.

3. Использование проблемных ситуаций на уроке.

Список литературы / References

1. Березина В.Г., Викентьев И.Л., Модестов С.Ю. Детство творческой личности // СПб. Издательство Буковского, 1994. С. 34-40.
2. Веракса Н.Е. Диалектическое мышление и творчество // Вопросы психологии, 2010. С. 59-62.
3. Левин В.А. Воспитание творчества. // Томск. Пеленг, 2015. С. 3-7.
4. Шумакова Н.Б., Авдеева Н.И., Журавлева Л.Е. Одаренный ребенок: особенности обучения. Пособие для учителя, 2006. С. 48-67.

ОГНЕСТОЙКИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Акрамов Х.М. Email: Akramov1166@scientifictext.ru

*Акрамов Хуснитдин Мухитдинович - кандидат педагогических наук, доцент,
кафедра методики профессионального образования,
Наманганский государственный университет,
г. Наманган, Республика Узбекистан*

Аннотация: в данной статье рассмотрены проблемы огнестойкости строительных конструкций, их критерии при использовании, временные пределы распространения огня в зданиях и в строительных конструкциях и их классификация. Предлагается расчётный способ определения свойства жаростойких бетонов и строительных материалов, группировка строительных материалов по огнестойкости, уровень огнестойкости зданий и сооружений, а также определение огнестойких свойств строений огневым испытанием. Рассмотрен вопрос применения жаростойких тяжёлых бетонов, их свойства.

Ключевые слова: огнестойкость, предел огнестойкости строительных конструкций, жаростойкий бетон, тяжелые бетоны, шлакопортландцемент, огнестойкость строений.

FIRE RESISTANT PROPERTIES OF CONSTRUCTION STRUCTURE

Akramov Kh.M.

*Akramov Khusnitdin Mukhitdinovich - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT OF PROFESSIONAL EDUCATION TECHNIQUES,
NAMANGAN STATE UNIVERSITY,
NAMANGAN, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: this article discusses the fire resistance problems of building structures, their criteria for use, the temporal limits of the spread of fire in buildings and building structures, and their classification. A calculation method is proposed for determining the properties of heat-resistant concrete and building materials, the grouping of building materials by fire resistance, the level of fire resistance of buildings and structures, as well as the determination of the fire-resistant properties of buildings by a fire test. The question of the use of heat-resistant heavy concrete with their properties is considered.

Keywords: fire resistance, fire resistance limit of building structures, heat-resistant concrete, heavy concrete, slag Portland cement, fire resistance of buildings.

УДК 614.841

Огнестойкость - это способность строительной конструкций ограничивать распространение огня, а также сохранять необходимые эксплуатационные качества при высоких температурах в условиях пожара. Характеризуется пределами огнестойкости и распространения огня.

Пределы огнестойкости строительных конструкций (рис. 1) определяются путем их огневых испытаний по стандартной методике и выражаются временем (ч или мин) действия на конструкцию температуры стандартного пожара до достижения ею предельного состояния [1].

Пределы распространения огня определяются размерами (см) их повреждений вследствие горения или обугливания вне зоны воздействия стандартного пожара. Эти пределы находятся посредством огневых испытаний конструкций по специальной методике.

Критерии предельного состояния конструкций:

1) Потери несущей способности (обрушение или прогиб) при проектной схеме опирания и действии нормативной нагрузки – постоянной от собственного веса конструкции и временной, длительной, от веса, например, стационарного оборудования (станков, аппаратов и машин, электродвигателей и др.);

2) Повышения температуры необогреваемой поверхности в среднем более чем на $+160^{\circ}\text{C}$ или в любой ее точке более чем на $+190^{\circ}\text{C}$ в сравнении с начальной температурой либо более $+220^{\circ}\text{C}$ независимо от температуры конструкции до испытаний;

3) Образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые проникают продукты горения или пламя;

4) Достижения при испытаниях ненагруженной конструкции критической температуры (т. е. температуры, при которой происходят необратимые изменения физико-механических свойств) ее несущих элементов или частей, защищенных огнезащитными покрытиями и облицовками; характеризует потерю несущей способности.

Рис. 1. Критерии предельного состояния конструкций

Стандартный пожар воспроизводится в печах, футерованных огнеупорным кирпичом (объемная масса 1500-1600 кг/м³), путем сжигания керосина с помощью специальных форсунок. При этом температура в печах контролируется термодарами, горячие спаи которых отстоят от поверхностей испытываемых конструкций на 100 мм. Карауш в работе «Теория горения и взрыва» представляет работу форсунок: регулируют так, чтобы их пламя не имело контакта с контрольными термодарами и поверхностью каждой конструкции. Температура в печи ($^{\circ}\text{C}$) при испытаниях повышается в соответствии с зависимостью [2]:

$$T - T_0 = 345 \lg(8\tau + 1),$$

Где: τ - время от начала испытания, мин; T - температура в печи за время τ ; T_0 – начальная температура.

Предел огнестойкости конструкции по предельным состояниям 1,2 и 4 может быть определен расчетным путем, если известны схемы ее разрушения при действии огня, а также теплофизические, прочностные и деформационные характеристики строительных материалов этой конструкции при высоких температурах.

Жаростойкий бетон представляет собой специальный вид материалов, которые под воздействием высоких температур (до 1800°C) способны сохранять в установленных границах собственные физико-механические характеристики. Жаростойкие смеси с успехом применяются во всех сферах промышленного строительства, ни в чем не уступая мелкоштучным огнеупорным материалам. Так, например, жаростойкие бетоны ГОСТ 20910-90, в сравнении с обычными огнеупорными материалами, не нуждаются в специальном предварительном обжиге. Термообработку (обжиг), жароупорный бетон, проходит при первом нагреве готовой конструкции, в момент пуска теплового агрегата.

Плотные тяжелые жаростойкие бетоны применяются для изготовления огнестойких строительных конструкций, и в качестве жаростойкой футеровки в тепловых агрегатах:

рекуператоров доменных печей, на предприятиях химической промышленности, в печах для обжига строительного кирпича, при строительстве дымовых труб и др. Применение тяжелых термостойких растворов позволяет значительно сократить сроки ремонта и строительства тепловых агрегатов, и при этом снизить себестоимость и трудоемкость процессов.

1. Портландцемент с присутствием тонкомолотой добавки (микронаполнителя).
2. Шлакопортландцемент с микронаполнителями.
3. Глиноземистый и высокоглиноземистый цемент.
4. На жидком стекле.

В щелочной и нейтральной среде мы рекомендуем применять бетон на шлакопортландцементе и портландцементе; в кислой газовой среде – смеси на жидком стекле; углеродная, фосфорная и водородная среда требует применения растворов на глиноземистых и высокоглиноземистых цементах.

В общем случае расчёт предела огнестойкости по потере несущей способности, применяемый для любой конструкции, сводится к решению теплотехнических и статистических задач. [3] Теплотехнический расчёт заключается в определении температуры по сечению конструкции при действии на неё огня. Однако решением данной задачи ограничиваются, если предел огнестойкости конструкции находят по предельному состоянию. Статическую задачу решают на основе выявленной при огневых испытаниях схемы разрушения конструкции и использования уравнений её равновесия и деформаций, а также данных об изменении прочности и деформационных свойств материалов при высоких температурах. Статический расчёт позволяет найти зависимость снижения несущей способности (прочности) или роста деформации конструкции от времени огневого воздействия. По этим зависимостям предел огнестойкости определяется как время, по истечении которого несущая способность конструкции снижается до величины рабочей нагрузки или её деформации достигают максимума. В некоторых случаях можно сразу вычислить критическую температуру, вызывающую обрушение конструкции. Затем, решая обратную теплотехническую задачу, рассматривают время прогрева конструкции до критической температуры; это время принимают за предел огнестойкости.

Строительные материалы и конструкции по огнестойкости делятся на три группы:

1. Несгораемые материалы и конструкции;
2. Трудносгораемые материалы и конструкции;
3. Сгораемые материалы и конструкции.

Данные о пределе огнестойкости и распространения огня используют при проектировании зданий и сооружений. Согласно нормативным документам здания и сооружения разделены на по степени огнестойкости на пять категорий. Для них установлены требуемые пределы огнестойкости (минимальные) и распространения огня (максимальные) основных строительных конструкций [4].

I категория огнестойкости здания - это когда все элементы сделаны из несгораемых материалов и конструкций. Огнестойкость здания - до 2,5 часа;

II категория огнестойкости здания - это когда внутренние несущие стены сделаны из трудносгораемых материалов и конструкций. Огнестойкость здания до - 2,0 часа;

III категория огнестойкости здания - это когда все элементы сделаны из трудносгораемых материалов и конструкций. Огнестойкость здания до - 1,5 часа;

IV категория огнестойкости здания - это когда основные элементы сделаны из трудносгораемых материалов и конструкций. Для внутренних конструкций использовались сгораемые материалы. Огнестойкость здания - до 1,0 часа;

V категория огнестойкости здания - все конструкции сделаны из сгораемых материалов. Огнестойкость здания - до 0,5 часа.

В зависимости от их вида указанные пределы огнестойкости изменяются от 0,5 до 2,5 часа, пределы распространения огня – от 0 до 40 см. повышение огнестойкости достигается методами огнезащиты. Критерии определения предела распространения огня:

Предел огнестойкости строений определяется временем с момента пожара до уменьшения грузоподъемности или начала разрушения структуры строения и называется порогом огнестойкости.

Испытания строений издержаются во времени от начала испытания и до появления одного из следующих признаков:

- образование трещин, способных пропускать дым или пламя;
- температура на поверхности конструкции достигает 160°C или на любой точке конструкции температура превышает 220°C ;
- разрушение конструкции, повлекшее за собой уменьшение грузоподъемной способности и т.д. [4].

Для совершенствования структуры цементного состава и повышения прочности конструкций, в вяжущее добавляют минеральные компоненты (бой магнезитового или шамотного кирпича, андезит, доменный гранулированный шлак, лессовидный суглинок и т.д.), обладающие необходимыми показателями огнеупорности.

При нагревании железобетонных конструкций, деструктивные процессы протекают не только в цементах вяжущих, но и в применяемых заполнителях. Возникновение этих реакций объясняется неравномерным тепловым расширением минеральных заполнителей. Поэтому, нужно внимательно подходить к вопросу выбора заполнителей для конкретной марки жаростойкого бетона.

Список литературы / References

1. *Акрамов Х.М., Масалиев Ш.Д.* Показатели пожаро-взрывоопасности веществ и материалов «Молодежь и XXI век». Курск, 2018. 8-11 с.
2. *Карауш С.А.* Теория горения и взрыва. М. «Академия», 2013. 208 с.
3. *Халилова П.Ю.* Пожаробезопасность. Учебно-методическое пособие. Т. ТГТУ, 2013. 120 с.
4. *Юсупов А.* Некоторые особенности определения предела огнестойкости строительных конструкций, журнал «Пожарная безопасность». Ташкент, 2019. № 7.

ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧНОГО ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЛИНИСТЫЕ ПЕСКИ ПРИ ИХ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ В БАРАБАННЫХ ПРОМЫВОЧНЫХ АППАРАТАХ*

Матвеев А.И.¹, Ширман Г.В.² Email: Matveev1166@scientifictext.ru

¹Матвеев Андрей Иннокентьевич - доктор технических наук, главный научный сотрудник;

²Ширман Григорий Владимирович – младший научный сотрудник,

лаборатория обогащения полезных ископаемых,

Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского

Сибирское отделение

Российская академия наук,

г. Якутск

Аннотация: в статье представлены результаты экспериментальных исследований на лабораторной модели глухого промывочного барабана по оценке влияния криогенной обработки на динамику формирования и разрушения плотных глинистых агрегатов, установлены закономерности в динамике формирования и разрушения особо плотных глинистых агрегатов различного гранулометрического состава и разной исходной влажности. В процессе исследований установлены предварительные условия и особенности влияния криогенной обработки плотных глинистых агрегатов на их адгезионные свойства в зависимости от гранулометрического состава исходных песков, исходной влажности и от количества циклов промораживания - оттаивания.

Ключевые слова: глина, глинистые окатыши, криогенная обработка, дезинтеграция, замораживание, оттаивание, промывка.

THE EFFECT OF CYCLIC ALTERNATING EFFECTS ON CLAY SANDS DURING THEIR DISINTEGRATION IN DRUM WASHING MACHINES*

Matveev A.I.¹, Shirman G.V.²

¹Matveev Andrey Innokentievich - Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher;

²Shirman Grigoriy Vladimirovich - Junior Researcher,

LABORATORY OF MINERAL PROCESSING,

INSTITUTE OF MINING OF THE NORTH NAME OF N.V. CHERSKY

SIBERIAN BRANCH

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES,

YAKUTSK

Abstract: the article presents the results of experimental studies on a laboratory model of a deaf washing drum for assessing the effect of cryogenic treatment on the dynamics of the formation and destruction of dense clay aggregates, established patterns in the dynamics of the formation and destruction of especially dense clay aggregates of different particle size distribution and different initial humidity. In the process of research, preconditions and features of the influence of cryogenic treatment of dense clay aggregates on their adhesive properties were established depending on the particle size distribution of the initial sands, the initial humidity, and on the number of freeze-thaw cycles.

Keywords: clay, clay pellets, cryogenic treatment, disintegration, freezing, thawing, washing.

УДК 622.361.1

DOI: 10.24411/2312-8267-2020-10202

Одним из способов разупрочнения песков перед дезинтеграцией является криогенная обработка. Как установлено отечественными и зарубежными исследователями, в результате

воздействия циклов замораживания-оттаивания в материале происходят физико-химические, физико-механические и теплофизические процессы, которые существенно влияют на структуры и текстуры такого дисперсного материала как высокоглинистые пески [1, 2, 3, 4]. Природные условия Крайнего Севера позволяют ввести предварительную обработку материала замораживанием в естественных условиях отрицательных температур без больших финансовых затрат.

Экспериментальные работы посвящены изучению воздействия циклов замораживания-оттаивания глиносодержащих песков при исходной влажности, ограниченной от 15% до 25% (область пластичного состояния высокоглинистых материалов) на процесс их дезинтеграции в промывочном барабане.

Исследования проводились на лабораторной модели промывочного барабана. В качестве исходного сырья в экспериментах применялись пески с месторождения р. Б.Куранах (Алданский район, Республика Саха (Якутия), из которого в ручную изготавливались комки сферической формы определенной влажности и гранулометрического состава. Затем образцы загружались в герметичные контейнеры и подвергались циклическому замораживанию в холодильной камере при температуре 253 К и оттаиванию в лабораторном помещении при 273 К. Количество циклов от 1 до 6, время выдержки на промерзание и оттаивание составляло 12-15 часов на каждый этап. Наряду с криогенно обработанными образцами испытанию подвергались образцы в воздушно-сухом и во влажном состоянии, но не подвергнутые проморозке.

Исходный образец загружался в лабораторную модель глухого промывочного барабана, в которой предварительно создавалась промывочная среда, состоящая из песчано-глинистой смеси (-5+1 мм 1 кг, глина 1 кг) и с влажностью 50%. Смысл эксперимента заключался в том, что исходные пески в процессе вращения барабана могли за счет своих адгезионных свойств при накатывании набирать из промывочной среды материал и затем постепенно терять его. Запускался промывочный барабан и через каждую минуту работы останавливался для выгрузки образца (комка) и его взвешивания. В последующем комок помещался обратно в барабан для продолжения испытаний.

Экспериментальными исследованиями влияния циклов замораживания-оттаивания влагосодержащих глинистых агрегатов на их дезинтеграцию в промывочных машинах барабанного типа было установлено, что в песках, содержащих 50% глинистых примесей при начальной влажности 15% после проморозки-оттайки (достаточно одного цикла) в диапазоне температур от 253 К до 293 К усиливаются адгезионные свойства, которые надолго сохраняются по времени, что препятствует размоканию и разрушению.

В тоже время, в образцах с меньшим содержанием глины 25% и при наличии более грубой фракции -2 мм, после 1 цикла промораживания-оттаивания наблюдается максимальный уровень адгезионных свойств с последующей существенной потерей их в зависимости от количества циклов. Например, если комки прошедшие 1 цикл разрушались к 40 минуте, при этом усиливались их адгезионные свойства, выражающиеся в 30% наборе массы от исходного веса, то после 4 циклов они размокали в течение 2 минут, что исключает формирование плотного окатыша и способствует увеличению эффективности промывки.

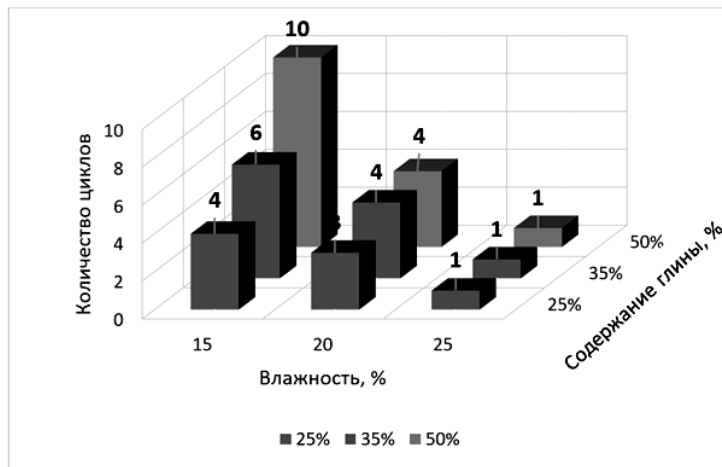


Рис. 1. Количество циклов замораживания-оттаивания, необходимых для растворения комка, в зависимости от исходной влажности и содержания глины в песках

Результаты экспериментальных работ (рис.1) показали, что циклические знакопеременные воздействия на глинистые агрегаты оказывают существенное влияние на адгезионные свойства материал при его промывке в аппаратах барабанного типа, увеличение количества циклов сокращает время диспергации и уменьшает интенсивность набора массы комков, что исключает образование в процессе промывки окатышей, и сокращает потери ценных компонентов.

**Исследования выполнены по гранту РФФИ №№ 18-45-140004 p_a».*

Список литературы / References

1. Балясников Г.Г. Исследование размокаемости мерзлого грунта при его оттаивании. // Проблемы северного строительства, Красноярск, 1973. С. 163-171.
2. Курилко А.С. Экспериментальные исследования влияния циклов замораживания-оттаивания на физико-механические свойства горных пород. // Якутск: ЯФ ГУ «Изд-во СО РАН», 2004. 154 с.
3. Yildız M. Effect of freezing and thawing on strength and permeability of lime-stabilized clays // M. Yildız, A.S. Soğancı. Scientia Iranica, 2012. Vol. 19. Is. 4. Pp. 1013–1017.
4. Zhen-Dong Cui. Mechanical properties of a silty clay subjected to freezing–thawing. / Zhen-Dong Cui, Peng-Peng He, Wei-Hao Yang. Cold Regions Science and Technology, 2014. Vol. 98. Pp. 26–34.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ ПЕСКОВ В ВОДО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ПОСЛЕ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ*

Матвеев А.И.¹, Ширман Г.В.² Email: Matveev1166@scientifictext.ru

¹Матвеев Андрей Иннокентьевич - доктор технических наук, главный научный сотрудник;

²Ширман Григорий Владимирович – младший научный сотрудник,
лаборатория обогащения полезных ископаемых,
Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского
Сибирское отделение
Российская академия наук,
г. Якутск

Аннотация: в статье представлены результаты экспериментальных исследований процесса промывки высокоглинистых песков после криогенной обработки на лабораторной модели аппарата ванного типа с системой барботажа. Установлены условия и особенности влияния криогенной обработки глинистых агрегатов на их адгезионные свойства в зависимости от гранулометрического состава исходных песков, исходной влажности и от количества циклов промораживания - оттаивания на процесс их дезинтеграции в водо-воздушной среде.

Ключевые слова: глина, барботаж, криогенная обработка, дезинтеграция, замораживание, оттаивание, промывка.

RESEARCH OF DISINTEGRATION OF HIGH CLAY SANDS IN A WATER-AIR CONDITION AFTER CRYOGENIC PROCESSING*

Matveev A.I.¹, Shirman G.V.²

¹Matveev Andrey Innokentievich - Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher;

²Shirman Grigoriy Vladimirovich - Junior Researcher,
LABORATORY OF MINERAL PROCESSING,
INSTITUTE OF MINING OF THE NORTH NAME OF N.V. CHERSKY
SIBERIAN BRANCH
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES,
YAKUTSK

Abstract: the article presents the results of experimental studies of the washing of high-clay sands after cryogenic treatment on a laboratory model of a bathing-type washing machine with a bubbling system. The conditions and characteristics of the influence of cryogenic treatment of clay aggregates on their adhesive properties are established depending on the particle size distribution of the initial sands, the initial moisture content and the number of freezing and thawing cycles on the process of their disintegration in a water-air environment.

Keywords: clay, bubbling, cryogenic treatment, disintegration, freezing, thawing, washing.

УДК 622.361.1

DOI: 10.24411/2312-8267-2020-10203

Исследования дезинтеграции высокоглинистых (геоматериалов) песков имеют большое практическое значение в связи с необходимостью разработки новых технологий и аппаратов для обогащения полезных ископаемых. На практике основной средой для дезинтеграции являются гидросреда., т.е. промывка в различных устройствах. В связи с чем наиболее важным свойством высокоглинистых песков является размокаемость.

Размокаемость дисперсных материалов в статичной среде зависит от дисперсности состава, пористости, характера связей между частицами, структуры, вязкости дисперсных материалов, начальной влажности, числа пластичности и многих других факторов [1, 2, 3, 4]. В динамической

же среде, помимо вышеизложенного, на эффективность промывки влияют предварительная подготовка исходных песков, характер воздействия, а также режимы промывки.

Эффективность диспергирования песчано-глинистых смесей для высвобождения полезных компонентов определяется не только минеральным и гранулометрическим составом, применяемым способом дезинтеграции, но и такими факторами как предварительная обработка промываемого материала.

Одним из вариантов повышения эффективности дезинтеграции применительно к высокоглинистым пескам является их криогенная подготовка. Природные условия Крайнего Севера позволяют ввести предварительную обработку материала замораживанием в естественных условиях отрицательных температур без больших финансовых затрат.

Цель проведенных исследований заключается в оценке влияния криогенной подготовки исходных глинистых песков на характер их диспергирования в водо-воздушной среде, при этом выявив особенности изменения адгезионных свойств высокодисперсных геоматериалов и определить значимые факторы криогенной обработки песков (время и температура, количество циклов промораживания и оттайки) влияющих на динамику их промывки.

Экспериментальные работы посвящены изучению воздействия циклов замораживания-оттаивания глиносодержащих песков при исходной влажности ограниченной 15% и 20% (область пластичного состояния высокоглинистых материалов) на процесс их дезинтеграции.

Для проведения исследований был изготовлен лабораторный стенд аппарата ванного типа с системой барботажа. На рисунке 1 представлена модель водо-воздушного аппарата из органического стекла, в которой процесс промывки происходит под действием воздушных и водных струй. Модель аппарата состоит из ванны, куда в сетчатой корзине подаётся проба. По борту на разной высоте установлены два сливных канала для удаления слива и мелких фракций.

В нижней части аппарата имеется бункер для сбора промытого материала, над которым установлен коллектор для подвода воздуха. Подача воды осуществляется через патрубок, расположенный в нижней части аппарата.

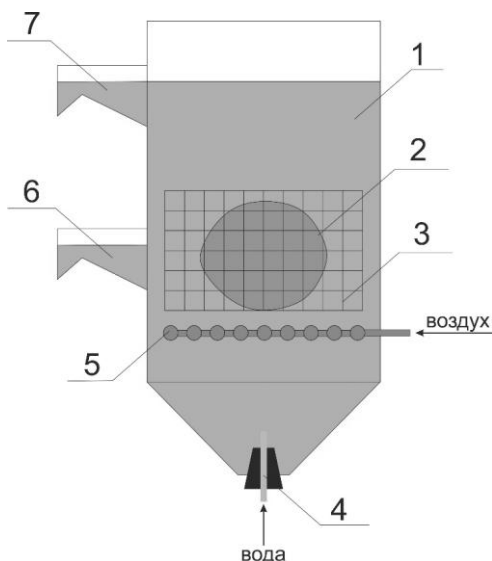


Рис. 1. Лабораторный стенд водо-воздушного аппарата ванного типа. 1 – корпус, 2 – проба, 3 – корзина, 4 – водовод, 5 – воздушный коллектор, 6, 7 – сливные каналы

Экспериментальные исследования по изучению дезинтегрируемости глинистых образцов осуществлялись следующим образом.

В качестве исходного сырья в экспериментах применялись пески с месторождения р. Б.Куранах (Алданский район, Республика Саха (Якутия), из которого изготавливались образцы определенной влажности и гранулометрического состава. Затем образцы загружались в герметичные контейнеры и подвергались циклическому замораживанию в холодильной камере при температуре 253 К и оттаиванию в лабораторном помещении при 273 К. Количество циклов от 1 до 6, время выдержки на промерзание и оттаивание составляло 12-15 часов на каждый этап. Наряду с криогеннообработанными образцами испытанию подвергались образцы в воздушно-сухом и во влажном состоянии, но не подвергнутые проморозке.

В модель аппарата подается воздух из компрессора СО-74А (давление 0,2 Мпа, максимальный расход 40 л/мин) и вода из водопроводной сети. В сетчатой корзине загружается образец. Эксперимент проводится до полного растворения агломерата.

Всего исследования касались 3 песчано-глинистых смесей с различным содержанием глинистой составляющей 25%, 35% и 50% с заданной влажностью 15% и 20%.

В первой части экспериментов исследовались образцы с заданной влажностью 15%, с различным содержанием мелкодисперсных частиц -0,05 мм 25%, 35% и 50%. Без криогенной обработки конгломераты в зависимости от содержания глины полностью растворялись от 18 до 30 минут. Исследования показали, что увеличение циклов промораживания - протаивания способствует сокращению времени промывки. На рис. 2 представлен сводный график влияние циклов замораживания - протаивания на время диспергации.

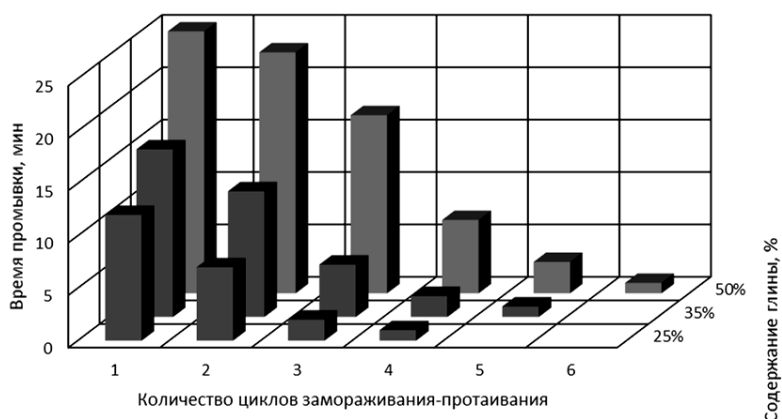


Рис 2. Время промывки образцов с заданной исходной влажностью 15% в зависимости от исходного содержания глинистых частиц и количества циклов замораживания-протаивания

Во второй части опытов исследовалась динамика диспергации образцов с исходной заданной влажностью 20%. Без криогенной обработки конгломераты в зависимости от содержания глины полностью растворялись от 10 до 25 минут. Эксперименты показали, что увеличение начальной водонасыщенности породы при криогенной обработке обеспечивает эффективность дезинтеграции. При повышении влажности наблюдается сокращение времени промывки и количества циклов, необходимых для растворения глинистых материалов за 1 минуту. На рис. 3 представлен сводный график влияния циклов замораживания-протаивания на время диспергации образцов при заданной влажности 20%.

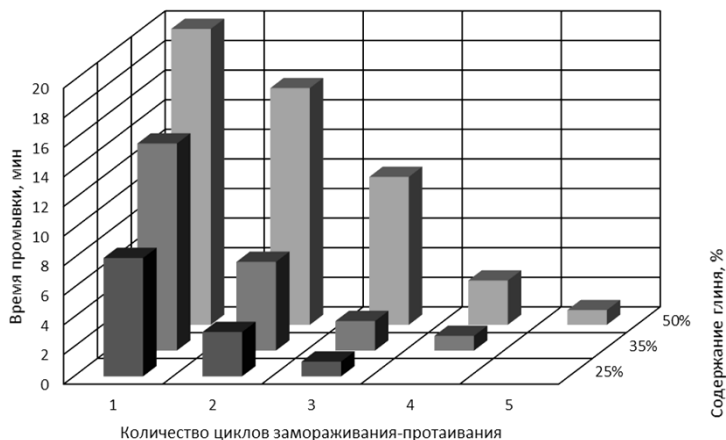


Рис. 3. Время промывки образцов с заданной исходной влажностью 20% в зависимости от исходного содержания глинистых частиц и количества циклов замораживания - протаивания

Таким образом, установлены предварительные условия и особенности влияния криогенной обработки глинистых агрегатов на их адгезионные свойства в зависимости от гранулометрического состава исходных песков, исходной влажности и от количества циклов промораживания - оттаивания на процесс их дезинтеграции в водо-воздушной среде.

**Исследования выполнены по гранту РФФИ №№ 18-45-140004 p_a».*

Список литературы / References

1. Пьянков С.А. Механика грунтов: учебное пособие / С.А. Пьянков, З.К. Азизов. Ульяновск: УлГТУ, 2008. 103 с.
2. Сергеев Е.М. Теоретические основы инженерной геологии. Физико-химические основы. / Е.М. Сергеев. М.: Недра, 1985. 288 с.
3. Сергеев Е.М. Грунтоведение / Е.М. Сергеев, В.Т. Трофимов, П.И. Фадеев и др. М.: Изд. МГУ, 1983. 392 с.
4. Трофимов В.Т. Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королёв, Е.А. Вознесенский и др. М.: Изд-во Наука, 2005. 1024 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ НЕФТИ В ТРЕЩИНОВАТЫХ ПЛАСТАХ

Гасанов И.Р.¹, Джамалбеков М.А.² Email: Hasanov1166@scientifictext.ru

¹Гасанов Ильяс Раван оглы - кандидат технических наук, доцент, начальник отдела,
Учебный отдел по развитию персонала;

²Джамалбеков Магомед Асаф оглы - кандидат технических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник,
отдел проектирования воздействия на пласт и призабойную зону,
Государственная нефтяная компания Азербайджанской Республики
Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз»,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: как известно, для трубной гидравлики существуют многочисленные формулы, чего нельзя сказать о формулах для гидравлического сопротивления при пластовых условиях. Гидравлическое сопротивление и число Рейнольдса являются важной характеристикой потока при фильтрации нефти в трещиноватой среде. В связи с чем их определение необходимо при гидродинамических расчетах и моделировании фильтрации жидкости в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах. В статье получены формулы для определения числа Рейнольдса и коэффициента гидравлического сопротивления при фильтрации нефти в такой среде, а также получена формула скорости в зависимости от этих параметров.

Ключевые слова: гидравлическое сопротивление, фильтрация, нефть, трещиноватый, пласт, пористая среда.

DETERMINATION OF THE HYDRAULIC RESISTANCE COEFFICIENT FOR OIL FILTRATION IN FRACTURED FORMATIONS

Hasanov I.R.¹, Jamalbekov M.A.²

¹Hasanov Ilyas Ravan oglu - Candidate of Technical Sciences, Docent, Head of Department,
TRAINING DEPARTMENT FOR PERSONNEL DEVELOPMENT;

²Jamalbekov Mahammad Asaf oglu - Candidate of Technical Sciences, Docent, Leading Researcher,
DEPARTMENT OF DESIGN IMPACT ON THE RESERVOIR AND THE BOTTOM ZONE,
STATE OIL COMPANY OF AZERBAIJAN REPUBLIC,
SCIENTIFIC RESEARCH PROJECT INSTITUTE «OIL AND GAS»,
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: as you know, there are numerous formulas for pipe hydraulics, which is not true for formulas for hydraulic resistance under reservoir conditions. The hydraulic resistance and Reynolds number are important characteristics of the flow when filtering oil in a fractured medium. Therefore, their determination is necessary for hydrodynamic calculations and modeling of liquid filtration in fractured and fractured-porous formations. The article provides formulas for determining the Reynolds number and the coefficient of hydraulic resistance when filtering oil in such a medium, and also provides a formula for the speed depending on these parameters.

Keywords: hydraulic resistance, filtration, oil, fractured, formation, porous medium.

УДК 66.023

В существующих работах [1, 2] рассматриваются данные вопросы, однако эти формулы не учитывают влияние всевозможных факторов на гидравлическое сопротивление при фильтрации нефти в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах. Рассмотрим сначала линейный закон фильтрации. Для этого используем формулу Дарси-Вейсбаха и напомним ее в пластовых условиях в следующем виде:

$$\lambda = \frac{2d}{\left(\frac{v}{m}\right)^2 \rho} \frac{dp}{dr} = \frac{2dm^2}{v^2 \rho} \frac{dp}{dr}. \quad (1)$$

Из формулы (1), используя формулу Дарси для скорости фильтрации, получаем

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\lambda v^2 \rho}{2dm^2} = \frac{v\mu}{k}. \quad (2)$$

Тогда из (2) получается

$$\lambda = \frac{2dm^2 \mu}{\rho v k}. \quad (3)$$

Здесь d – эффективный диаметр; m – пористость; μ – вязкость; ρ – плотность; k – проницаемость. Эффективный диаметр находится из следующей формулы:

$$d = 4\sqrt{\frac{2k}{m}}. \quad (4)$$

Если подставить (4) в (3), то получаем:

$$\lambda = \frac{2m^2 \mu}{\rho v k} \frac{4\sqrt{2} \cdot \sqrt{k}}{\sqrt{m}} = \frac{8\sqrt{2}m^{1.5} \mu}{\rho v k^{0.5}}. \quad (5)$$

С другой стороны, формулу (3) можно написать в следующем виде:

$$\lambda = \frac{2dm^2 \mu}{\rho v k} = \frac{2d^2 m}{\frac{vd\rho}{\mu}} = \frac{2 \cdot 16 \cdot \frac{2k}{m} \cdot m}{\frac{vd\rho}{\mu} \cdot k} = \frac{64}{\text{Re}}. \quad (6)$$

Здесь учитывается, что в пластовых условиях

$$\text{Re} = \frac{\left(\frac{v}{m}\right)d\rho}{\mu} = \frac{vd\rho}{\mu m}. \quad (7)$$

При выводе формулы (6) использована также формула (4). Следовательно, для линейной фильтрации можно использовать формулы (5) и (6).

В работах [3, 4] показано, что при двучленном законе фильтрации коэффициент гидравлического сопротивления можно определить по формуле:

$$\lambda = \frac{64}{v \text{Re}} \frac{k}{\mu} \frac{dp}{dr}. \quad (8)$$

Эта формула верна не только для двучленного, но и произвольного нелинейного закона фильтрации.

Для трещиноватых пластов коэффициент проницаемости можно определить формулой:

$$k_{\text{тр}} = k_o e^{-\alpha(p_k - p)}. \quad (9)$$

Здесь k_o – значение проницаемости при давлении, равному контурному, т.е. при $p = p_k$. Тогда с учетом (9) формула (8) получает вид:

$$\lambda = \frac{64}{v \text{Re}} \frac{k_o e^{-\alpha(p_k - p)}}{\mu} \frac{dp}{dr}. \quad (10)$$

Используя формулы (4), (7), а также формулу

$$v = \frac{Q}{2\pi r h}, \quad (11)$$

в (10) можно получить:

$$\frac{Q^2}{4\pi^2 h^2} \int_{r_c}^{r_k} \frac{dr}{r^2} = \frac{8\sqrt{2}m^{1,5}k^{0,5}}{\rho\lambda} \int_{p_c}^{p_k} e^{-\alpha(p_k-p)} dp. \quad (12)$$

Из последней формулы после интегрирования и некоторых несложных преобразований получается

$$\lambda = \frac{32\sqrt{2}\pi^2 h^2 r_c m^{1,5} k^{0,5} (1 - e^{-\alpha(p_k-p_c)})}{Q^2 \rho \alpha} \quad (13)$$

или, применяя формулу (11), можно получить

$$\lambda = \frac{8\sqrt{2}m^{1,5}k^{0,5} (1 - e^{-\alpha(p_k-p_c)})}{v^2 r_c \rho \alpha}. \quad (14)$$

Если разложить экспоненциальную функцию в ряд – взять два члена разложения, то получится формула для коэффициента гидравлического сопротивления при линейном законе фильтрации в виде:

$$\lambda = \frac{8\sqrt{2}m^{1,5}k^{0,5} (p_k - p_c)}{v^2 r_c \rho}. \quad (15)$$

С другой стороны, если в (13) поставить формулу

$$Q = \frac{2\pi k h (1 - e^{-\alpha(p_k-p_c)})}{\mu \alpha \ln \frac{r_k}{r_c}}, \quad (16)$$

то мы получим для λ следующее выражение:

$$\lambda = \frac{8\sqrt{2}m^{1,5} \mu^2 r_c \alpha \ln^2 \frac{r_k}{r_c}}{k^{1,5} \rho (1 - e^{-\alpha(p_k-p_c)})}. \quad (17)$$

Таким образом, в данной статье мы получили различные формулы для коэффициента гидравлического сопротивления при фильтрации нефти в трещиноватом пласте.

Список литературы / References

1. Басниев К.С. Нефтегазовая гидромеханика / К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Г.Д. Розенберг. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.
2. Дмитриев Н.М., Мурадов А.А. К определению коэффициента гидравлического сопротивления для фильтрационных течений в модельных пористых средах (РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина) № 1/258, 2010. С. 45-57.
3. Гасанов И.Р. К вопросу определения гидравлического сопротивления при двучленном законе фильтрации углеводородов в пористой среде с учетом влияния начального градиента. «Молодой учёный. Международный научный журнал». № 49 (235), 2018. С. 27-29.
4. Гасанов И.Р. Об определении гидравлического сопротивления при турбулентном режиме фильтрации флюида в пористой среде. «Молодой учёный. Международный научный журнал». № 2 (240). 2019. С. 20-22.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»**

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
153008, РФ, Г. ИВАНОВО, УЛ. ЛЕЖНЕВСКАЯ, Д. 55, 4 ЭТАЖ
ТЕЛ.: +7 (910) 690-15-09

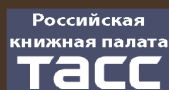
**HTTPS://3MINUT.RU
E-MAIL: INFO@P8N.RU**

ТИПОГРАФИЯ:
ООО «ПРЕССТО».
153025, Г. ИВАНОВО, УЛ. ДЗЕРЖИНСКОГО, Д. 39, СТРОЕНИЕ 8

**ИЗДАТЕЛЬ
ООО «ОЛИМП»
УЧРЕДИТЕЛЬ: ВАЛЬЦЕВ СЕРГЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ
117321, Г. МОСКВА, УЛ. ПРОФСОЮЗНАЯ, Д. 140**



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»
[HTTPS://WWW.SCIENCEPROBLEMS.RU](https://www.scienceproblems.ru)
EMAIL: INFO@P8N.RU, +7(910)690-15-09



**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «НАУКА, ТЕХНИКА И ОБРАЗОВАНИЕ»
В ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ПОРЯДКЕ РАССЫЛАЕТСЯ:**

1. Библиотека Администрации Президента Российской Федерации, Москва;
Адрес: 103132, Москва, Старая площадь, д. 8/5.
2. Парламентская библиотека Российской Федерации, Москва;
Адрес: Москва, ул. Охотный ряд, 1
3. Российская государственная библиотека (РГБ);
Адрес: 110000, Москва, ул. Воздвиженка, 3/5
4. Российская национальная библиотека (РНБ);
Адрес: 191069, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
5. Научная библиотека Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МГУ), Москва;
Адрес: 119899 Москва, Воробьевы горы, МГУ, Научная библиотека

ПОЛНЫЙ СПИСОК НА САЙТЕ ЖУРНАЛА: [HTTPS://3MINUT.RU](https://3minut.ru)



Вы можете свободно делиться (обмениваться) — копировать и распространять материалы и создавать новое, опираясь на эти материалы, с **ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ** указанием авторства. Подробнее о правилах цитирования: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ru>

