

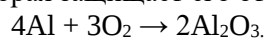
Ермолаева В.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: ErmolaevaVA2013@mail.ru*

Производство алюминия с использованием процесса электролиза

Алюминий - третий по распространенности химический элемент в земной коре и первый - среди металлов. Промышленно получается, чаще всего, методом электролиза оксида Al_2O_3 в расплаве криолита. Производство алюминия должно проходить без доступа воздуха, в противном случае вместо чистого металла будет образовываться смесь алюминия и его оксидов.

Вступая в реакцию с воздухом, алюминий образует на поверхности оксидную пленку, которая защищает его от воздействия влаги и прочих негативных факторов.



Такая реакция не только выступает преимуществом металла, но и, в некотором роде, является недостатком, корректируя процесс литья.

При исследовании производства алюминия с использованием электролизера

- проведено полное описание технологического процесса;
- произведена характеристика целевого продукта, исходного сырья и материалов;
- предоставлена подробная технологическая схема производства;
- рассмотрены вопросы контроля производства и охраны окружающей среды;
- рассчитаны материальный и тепловой баланс данного процесса.

Получение чистого алюминия происходит с использованием процесса электролиза – распада оксида алюминия на составные части под воздействием электрического тока. Современный метод получения заключается в растворении оксида алюминия Al_2O_3 в расплаве криолита Na_3AlF_6 с последующим электролизом. Такой метод получения требует очень больших затрат электроэнергии. В процессе электролиза криолитоглинозёмного расплава расходуется глинозём, фтористые соли и угольный анод. При этом образуется расплавленный алюминий и газообразные окислы углерода.

Расходные значения сырья N кг для получения 10 кг алюминия примем по следующим данным: глинозем 19,7 кг; фторид алюминия 0,7 кг; фторид кальция 0,15 кг; анодная масса 5300 г. Материальный баланс рассчитывается на один час работы электролизера. Рассчитаны значения производительности электролизера, кг, приход сырья и материалов в технологический процесс. Приходные коэффициенты материалов в электролизёр рассчитываются по расходным значениям сырья, приходящимся на 10 кг алюминия, и с учетом производительности электролизёра за один час. Выполнен расчёт продуктов электролиза и расчёт потерь сырья. Состав анодных газов принимается в соотношении $CO_2 : CO = 6:4$. Учитывая состав газов и особенности реакций, происходящих во время электролиза, рассчитывается количество анодных газов. Глинозем имеет в своем составе примеси, а также в процессе работы возникают механические потери, поэтому наблюдается расход большего количества глинозема по сравнению с теоретически рассчитанным значением.

Таблица 1 – Материальный баланс

Приход	Кг	%	Расход	Кг	%
Глинозем	92,59	78,15	Алюминий	47	39,68
			CO_2	43,09	36,38
			CO	18,29	15,44
Анодная масса	24,91	21,02	Потери:		
			Глинозем	3,76	3,17
			Фтористые соли	0,99	0,83
Фтористые соли	0,99	0,83	Анодная масса	5,32	4,5
ИТОГО:	118,5	100	ИТОГО:	118,5	100

Литература

1. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. **Режим доступа:** http://www.newlibrary.ru/book/gelperin_n_i/osnovnye_processy_i_apparaty_himicheskoi_tehnologii_kn_2.html
2. Мухленов И.П. и др. Общая химическая технология. Портал научно-технической информации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nglib.ru/annotation.jsp?book=014935>
3. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований**, № 5, 2018, стр. 28-33.

Ермолаева В.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: ErmolaevaVA2013@mail.ru*

Характеристика и расчет шаровой мельницы

В работе представлена характеристика, описание и расчет шаровой мельницы, рассмотрена общая информация о процессе измельчения, виды мельниц, описан принцип действия барабанной шаровой мельницы.

Мельницы применяют для размельчения твердых материалов. При **расчете шаровой барабанной мельницы** определяют некоторые основные параметры на основе принятых исходных данных. Зная физическую модель поведения шаров в барабане, теоретическую траекторию их перемещения, определяют оптимальную и критическую скорости вращения барабана.

Классификация барабанных мельниц проводится по следующим признакам:

- режим работы – периодический и непрерывный;
- способ размола – сухой и мокрый;
- характер работы – открытый и замкнутый цикл;
- форма мелющих тел – шары, стержни, самоизмельчающие (мелющие тела отсутствуют);
- способ разгрузки – механический и пневматический;
- конструкции загрузочных и разгрузочных устройств – через люки, через полые цапфы, периферийная разгрузка;
- конструкция привода – центральный и периферийный привод;

Определена критическая частота вращения барабана мельницы, а также рабочая частота вращения, которая принята 80% от критической.

Мощность применяемого электродвигателя рассчитывается с учетом коэффициента 0,95, коэффициента нестабильности пульпы 1,015, диаметра барабана, полезного объема размольной камеры мельницы, насыпной массы смеси шаров и пульпы, общей степени заполнения барабана. Проведен расчет

- степени заполнения барабана только стальными шарами с учетом их насыпной массы.
- производительности мельницы с учетом значения внутреннего диаметра барабана, внутреннего полезного объема барабана, удельной производительности мельницы, поправочного коэффициента, учитывающего тонкость помола;
- диаметра шаров;
- расчетного радиуса барабана мельницы;
- полной загрузки мелющими телами, учитывая зависимость от условий нагрузки коэффициента заполнения 0,2;
- мощность, потребляемая шаровой мельницей расходуется на сообщение шарам кинетической энергии при каждом цикле движений.

В результате расчета определено, что принятые параметры шаровой барабанной мельницы сочетаются с рассчитанными данными (расчетные отклонения 7 %).

Литература

1. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/249140/>
2. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований**, № 5, 2018, стр. 28-33.

Калиниченко М.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: marinakali@mail.ru

Проектирование водопроводной сети населенного пункта

Представлены результаты проектирования водопроводной сети населенного пункта включающего застройку пятиэтажными жилыми зданиями, оборудованными такими инженерными коммуникациями как водопровод, канализация, ванны с централизованным горячим водоснабжением. Численность населения 14 тысяч человек. На территории населенного пункта имеется промышленное предприятие площадью 80 Га. Расход воды на производственном предприятии составляет 14,6 л/с.

Целью работы является проектирование объединенного городского водопровода по заданным исходным данным. Для выполнения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- сбор информации о самом населенном пункте, количестве жителей, наличии жилых и производственных зданий и объектов, имеющих определенный класс функциональной пожарной опасности;
- определение объемов водопотребления на хозяйственные и производственные нужды, а так же расхода воды для наружного и внутреннего пожаротушения;
- проведение гидравлического расчета водопроводной сети;
- выбор режимов работы насосных станций первого (НС-I) и второго подъемов (НС-II);
- определение габаритных размеров водонапорной башни и объема резервуара чистой воды, подбор типовых проектов по рассчитанным данным;
- расчет пропускной способности водоводов и их диаметров, а так же подбор насосов НС-II с учетом свободных напоров;
- конструирование объединенной водопроводной сети населенного пункта.

Расчеты и правила конструирования определяются требованиями нормативных документов, таких как СП 31.13330.2012, СП 8.13130.2009, СП 10.13130.2009, СП 399.1325800.2018 и многими другими.

На основании собранной информации о населенном пункте были рассчитаны объемы потребления воды: максимальный суточный расход - 6852 м³/сут, средний часовой расход населенного пункта в сутки максимального водопотребления - 285,5 м³/ч, расход воды на пожаротушение – 40 л/с [1-3]. Составленные схемы прокладки водопровода (см. рис.1) и распределения воды по трубопроводам (см. рис.2), позволили провести гидравлический расчет водопровода на пропуск воды в час максимального водопотребления. На основании расчета было предложено применять полиэтиленовые трубы ПЭ100, выдерживающие максимальное давление 1,0 МПа [4].

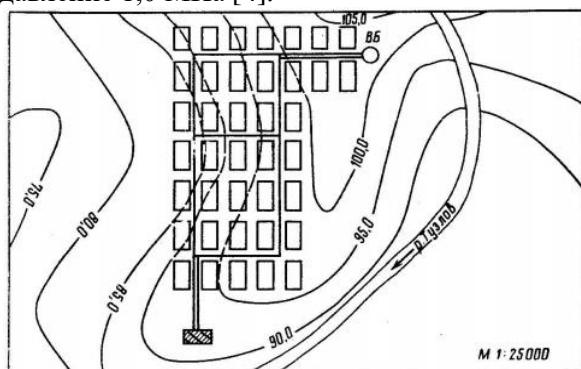


Рис. 1. Схема водопроводной сети

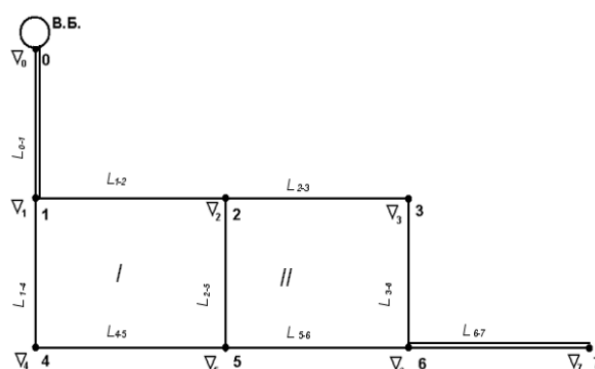


Рис. 2. Схема распределительной водопроводной сети с двумя кольцами и тупиковой линией

Полученные результаты позволили рассчитать параметры работы насосных станций для следующих режимов [1]:

- равномерный в течение суток;
- равномерный в течение части суток, например работа в одну или две смены;
- круглосуточный неравномерный в течение суток, т.е. ступенчатый;
- равномерный периодический, т.е. повторяющийся периодически в течение суток.

Для НС-I был выбран равномерный в течение суток режим работы, при котором станция обеспечивает средний часовой расход воды 285,5 м³/ч. Для работы НС-II был принят круглосуточный двухступенчатый режим работы.

Для выравнивания водопотребления, хранения неприкосновенного противопожарного запаса воды и повышения напора в водопроводной сети было предложено установить на самом возвышенном месте водонапорную башню (ВБ) конструкции Рожновского. Рассчитанный требуемый суммарный объем воды в баке ВБ, который составил 290 м³, позволил предварительно определить типовую конструкцию ВБ объемом 300 м³. Далее были рассчитаны необходимые геометрические размеры бака ВБ, в соответствие со схемой, представленной на рисунке 3. Что в дальнейшем позволило подобрать типовую модель ВБ высотой 15 м, со стальным баком и кирпичным стволом (типовой проект 901-5-24/70).

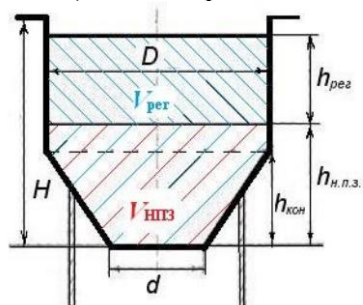


Рис. 3 Схема бака ВБ Рожновского

Резервуар чистой воды (РЧВ) размещается между НС-I и НС-II, является регулирующей и запасной емкостью в водопроводной сети. Для определения его объема были рассчитаны неприкосновенные объемы на пожаротушение, хозяйственные и производственные нужды, регулирующий объем и запасной объем воды на собственные нужды водопроводной системы. Объем резервуара чистой воды определялся путем суммирования всех расчетных объемов по формуле [1]

$$V_{\text{рчв}} = V_{\text{нпз}} + V_{\text{рег}} + V_{\text{зап}},$$

где $V_{\text{рчв}}$ – объем чистой воды (РЧВ);

$V_{\text{нпз}}$ – объем неприкосновенного противопожарного запаса воды;

$V_{\text{рег}}$ – регулирующий объем воды;

$V_{\text{зап}}$ – объем воды для собственных нужд водопроводной сети.

Общий расчетный объем воды в РЧВ составил 1021 м³, что позволило определить потребность в двух железобетонных резервуарах емкостью по 600 м³ каждый. Размеры резервуаров 3,51×12×15 м (типовой проект 901-4-65.83).

Количество линий водоводов принималось с учетом категории системы водоснабжения и очередности строительства в соответствии с рекомендациями [1]. Было спроектировано две линии водоводов из полиэтиленовых труб диаметром 315 мм, пропускная способность которых составляет 39 л/с.

В соответствии с [2], по степени обеспеченности подачи воды насосная станция второго подъема относится к первой категории. Насосная станция проектировалась по типу высокого давления, т.е. предусматривалась установка рабочих насосов для подачи воды в сеть при хозяйственном водопотреблении и противопожарные насосы для подачи воды в сеть при пожаре. Количество резервных насосов, принималось согласно нормативным документам [2]. Характеристики насосов насосной станции второго подъема (НС-II) указаны в таблице 1. Была принята параллельная схема подключения насосов.

Таблица 1 – Характеристики насосов НС-II [5]

Тип насоса	Расчетный расход насоса, л/с	Расчетный напор насоса, м	Марка насоса	Характеристика насоса		Количество насосов
				Число оборотов электродвигателя, об	Диаметр рабочего колеса, мм	
Хозяйственные						
Н-II	82	41	NK 100-200	2900	192	2 основных
Н-I	71	40	NK 100-200	2900	192	1 резервный
Пожарные	66	59	NK 100-200	2900	219	2 основных
						1 резервный

Проведённые расчеты и подбор оборудования позволили сконструировать водопроводную систему, состоящую из полиэтиленовых труб. В соответствии с [6], соединение труб предусматривалось торцевой сваркой, при невозможности ее выполнения рекомендовалось применение электросварки специальными муфтами. Глубина заложения труб определялась в соответствии с климатическими особенностями местности на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта.

Литература

1. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84.
2. СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.
3. СП 10.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.
4. СП 399.1325800.2018. Системы водоснабжения и канализации наружные из полимерных материалов. Правила проектирования и монтажа.
5. Консольные и моноблочные насосы NB, NBE, NK, NKE: каталог продукции GRUDFOS. URL: <http://ru.grundfos.com/documentation/catalogues.html> (дата обращения 10.01.2021).
6. СП 40-102- 2000. Проектирование и монтаж трубопроводных систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов.

Лодыгина Н.Д.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: nina.lodygina@yandex.ru*

Основы расчета строительных конструкций

Современное строительство – это поточный механизированный процесс сборки и монтажа зданий и сооружений из готовых, полностью отделанных деталей и конструкций, изготавливаемых в условиях специализированного промышленного производства.

К промышленным и гражданским зданиям и сооружениям предъявляются следующие требования: прочность и жесткость конструкций, морозостойкость, долговечность, необходимая степень теплоизоляции стен, соответствия архитектурных и конструктивных решений, экономичность.

Строительные конструкции рассчитывают для того, чтобы обеспечить безопасность, надежность и долговечность их эксплуатации под нагрузкой при наиболее экономичных размерах сечения. Строительные конструкции рассчитывают на нагрузки и воздействия по методу предельных состояний. Предельное состояние – это состояние конструкции при достижении которого, дальнейшая нормальная эксплуатация невозможна.

К предельным состояниям первой группы относятся: потеря устойчивости формы и положения; хрупкое, вязкое, усталостное или иного характера разрушение; резонансные колебания. Расчет по предельным состояниям первой группы производится всегда для всех элементов, несущих полезную нагрузку. Потеря несущей способности может произойти вследствие разрушения материала, потери устойчивости, развития усталости. Для большей части предельных состояний первой группы структура расчетных формул одинакова. В основу расчета прочности положено условие: разрушение не наступит, если наибольшие напряжения, которые могут возникнуть за время эксплуатации, не превысят расчетного сопротивления.

Такая же структура формул сохраняется и при расчете с учетом неблагоприятных влияний внешней среды и других обстоятельств, не отражаемых в расчетах, только расчетное сопротивление умножается на коэффициент условий работы, а для сооружений повышенной надежности оно делится на коэффициент надежности.

К предельным состояниям второй группы относятся состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций, вследствие появления недопустимых перемещений (прогибов, осадок, углов поворота), колебаний. Колебания возникают при динамических нагрузках (к числу которых относится и ветер), расчеты колебательных процессов производятся для специальных сооружений, где они особенно опасны (висячие мосты, мачты, башни).

Появление трещин и их раскрытие проверяют только в железобетонных и каменных конструкциях. В металлических и деревянных конструкциях недопустимо появление любых трещин; возникающая в металле и дереве трещина в последующем развивается и приводит к разрушению конструкций.

Проведен расчет неразрезной многопролетной фермы по второй группе предельных состояний. Проверку жесткости фермы выполнили при условии, чтобы максимальный прогиб не превышал разрешаемый нормами относительного прогиба. При расчете получили, что жесткость фермы достаточна.

Середа С.Н.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 e-mail: sereda-2010@mail.ru

Анализ параметров микроклимата жилых помещений

Нормирование параметров микроклимата жилых помещений, как показателей среды обитания человека, определяется документами [1, 2]. Для обеспечения комфортных условий среды в жилых зданиях используются инженерные системы отопления, вентиляции и кондиционирования [3].

Целью работы является анализ параметров микроклимата в осенний и зимний периоды, характеризующие различные условия жизнедеятельности под влиянием погодных факторов и функционирования системы централизованного отопления. Измерения температуры и относительной влажности воздуха жилого помещения проводились на высоте 1,1 м от пола [1] с помощью измерительного комплекса, включающего датчик наружной температуры воздуха ZONT МЛ-711, датчик комнатной температуры и относительной влажности воздуха ZONT МЛ-745, радиомодуль ZONT МЛ-489 и котроллер GSM ZONT Н-1. Показания датчиков отображаются посредством web-интерфейса в личном кабинете на сайте [4], а также через мобильное приложение на смартфоне.

ГОСТ 30494 определяет допустимые температуры воздуха 20 — 28°C в теплый период и 18 — 24°C в холодный период (когда среднесуточная температура наружного воздуха не превышает +8°C), а также комфортные значения влажности 30% — 60% (допустимая не более 65%) в теплый период и 30% — 45% (допустимая не более 60%) в холодный период.

На рисунке 1 показаны графики температур и влажности в период с 24.09.20 по 08.10.20 (до начала отопительного сезона), датчик «Улица» размещался снаружи светового проема, а датчик «Комната» на подоконнике на солнечной стороне. Динамика изменения температур отражает суточные колебания, обусловленные восходом и заходом солнца. Поступление в помещение теплоты от прямого солнечного света приводит к росту температуры внутреннего воздуха выше +30°C в зоне светового проема и падению влажности воздуха до 40%.

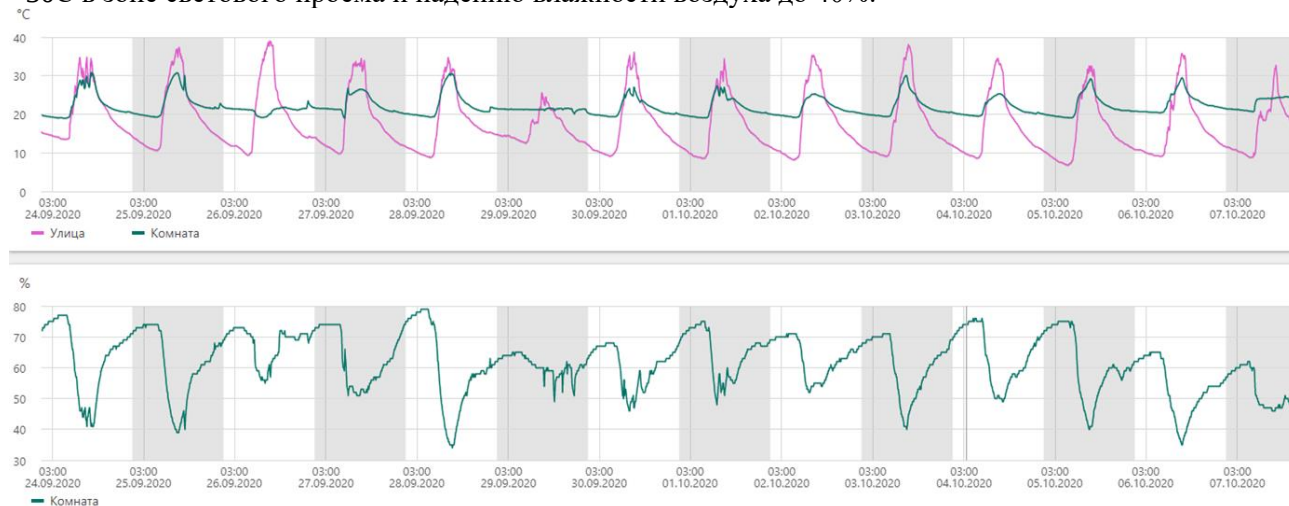


Рис.1

В остальное время суток в отсутствии солнца в помещении относительная влажность воздуха выше допустимого, а температура воздуха в пределах допустимой. Когда оконные жалюзи были

опущены, 26.09.20, играя роль фильтра, удастся избежать перегрева воздуха в помещении, вызванного инсоляцией.

На рисунке 2 показаны графики температур и влажности в период с 01.01.2021 по 08.01.2021 (отопительный сезон), датчик «Улица» размещался на застекленном балконе (двухкамерный стеклопакет), а датчик «Комната» на подоконнике на северной стороне.



Рис.2

Можно отметить, что поступления теплоты от системы централизованного теплоснабжения создают сухой микроклимат в помещении, с температурой воздуха, превышающей допустимую до $+3^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности от 22% до 41%. Открытие форточек для проветривания, соответствующее колебаниям температур, вызванным переходными процессами теплообмена, позволяет снизить температуру воздуха в помещении до комфортных или допустимых значений.

Экспериментально можно оценить сопротивление ограждающих конструкций здания такое, что в стационарных режимах падение наружной температуры воздуха на 4°C приводит к понижению температуры воздуха в помещении на 1°C .

Конструкцию помещения с застекленным балконом можно рассматривать как двухкамерную, процессы переноса тепла в которой описываются ячеечной моделью.

Литература

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
2. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» Документ утратил силу с 1 января 2021 года в связи с изданием Постановления Правительства РФ от 08.10.2020 N 1631.
3. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
4. Интернет-сервис ZONT URL: <https://zont-online.ru/>

Середа С.Н.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: sereda-2010@mail.ru*

К вопросу определения понятий «Опасность» и «Безопасность»

Одними из концептуальных понятий в безопасности жизнедеятельности человека являются понятия «Опасность» и «Безопасность». Опасности являются предметом изучения дисциплины ноксологии, как раздела экологии. Системная инженерия промышленной безопасности, равно как и инженерная экология, преследуют цели и задачи обеспечения безопасных условий труда, защиты жизни и здоровья рабочих, оборудования, инструментов, зданий и сооружений от воздействия вредных и опасных производственных факторов, а также снижения экологической нагрузки на окружающую природную среду вследствие антропогенного и техногенного воздействия. Стремление к безопасности, т.е. сохранению жизни и здоровья рассматривается как одна из первоочередных потребностей в модели пирамиды потребностей человека, предложенной американским психологом А. Маслоу. Обеспечение национальной безопасности представляется как первоочередная задача государства. Развитие компьютерных систем и сетей сталкивается с информационными угрозами и необходимостью защиты информации. Таким образом, пересечение столь разнородных областей знаний в рамках предметов их исследования, связанное с фундаментальными понятиями опасности и безопасности, должно базироваться на едином понятийном аппарате, использующем унифицированное толкование рассматриваемых терминов.

Так согласно ГОСТ 12.0.002 Система стандартов безопасности труда опасность ассоциируется с источником вреда, представляющим угрозу для некоторого объекта защиты (человека, технической системы, природы и др.), а безопасность характеризует состояние защищенности и обеспечение этого состояния для объекта защиты [1].

Бликие по смыслу определения понятия опасности приводятся в различных толковых словарях, например, в словаре Дмитриева, опасностью называют событие или ситуацию, которые угрожают жизни, здоровью или благополучию кого-либо. Так как в философских словарях отсутствуют понятия опасности и безопасности, попытки философского осмысления безопасности, как социального явления и научной категории, а также анализа опасностей и угроз безопасности даны в работах [2 - 4].

Целью данного исследования является формирование семантического поля, раскрывающего смысл анализируемых понятий, в виде множества слов, ассоциируемых с указанными понятиями у студентов первокурсников, возрастная группа 17 – 20 лет. Метод исследования – социологический опрос в начале изучения дисциплины БЖД по программе высшей школы.

Результаты опроса двух контрольных групп, 170 человек, в 2019 и 2020 годах позволили сформировать ассоциативные поля понятий «опасность» и «безопасность», мощностью 346 и 318 слов соответственно, а также выявить их частотные доминанты, характеризующие частоту упоминания. Так для понятия «опасность» доминантами в порядке убывания встречаемости являются слова: страх, 70; угроза, 57; смерть, 54; война, 47; пожар, 47; авария, 44; риск, 41; огонь, 38; оружие, 33; тревога, 33. С понятием «безопасность» ассоциируются доминанты: дом, 96; спокойствие, 69; защита, 64; охрана, 50; семья, 40; уют, 36; осторожность, 29; комфорт, 27; здоровье, 27; надежность, 26.

Анализ полученных семантических полей ассоциаций позволяет исследовать глубинную структуру понятий «опасность» и «безопасность», как предмета изучения БЖД, а также выявить скрытые закономерности их формирования. Например, сформированные ассоциативные поля понятий можно представить как два пересекающихся множества, где конъюнктами являются слова,

обладающие дуализмом интерпретации, такие как: оружие; полиция; собака; кошка; больница; солнце; вода; человек.

Следует отметить, что пандемия коронавируса в 2020 году повлияла на результаты опроса второй группы, где ассоциативные поля анализируемых понятий пополнились такими терминами как: маска, 20; вирус, 18; изоляция, 5; перчатки, 5; гигиена, 4; антисептик, 3; вакцина, 2; и др.

Анализ ассоциативного поля показал, что понятия "опасность" и "безопасность" определяются:

- состоянием психическим, физиологическим человека;
- поведением, действиями человека и его реакцией на различные ситуации;
- риском для жизни и здоровья человека, и причинением вреда;
- состоянием среды обитания человека. производственной среды. окружающей природной среды;
- социально-экономическим, политическим состоянием государства, и экологическим состоянием территории проживания;
- объектами техносферы, природными явлениями, органическими и неорганическими веществами, живыми организмами — источниками опасностей;
- организационно-техническими и социальными системами, конструкциями, устройствами, средствами и службами обеспечения безопасности;
- профессией или определенными видами деятельности.

Литература

1. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения
2. Губанов, В. М. Философская интерпретация безопасности жизнедеятельности // Педагогика высшей школы. — 2016. — № 3.1 (6.1). — С. 62-68. — URL: <https://moluch.ru/th/3/archive/43/1446/>
3. Поликарпов В.С. Философия безопасности. – СПб. – Ростов-на-Дону – Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2001. - 118с.
4. Якупов А.М. Понятия «опасность» и «безопасность» как философские категории // Актуальные проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения / Материалы XIII Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (14-15 мая 2008 г Москва, Россия). – М.: ИПП «Куна», 2008. – 312с. – С, 66-79.

Шарапов Р.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: info@vanta.ru*

Адаптивное прогнозирование погоды

Прогнозы погоды интересовали людей всегда. Какая завтра будет погода? Будет ли дождь или заморозки? Точного ответа на эти вопросы не даст никто. Тем не менее, современные прогнозы могут дать представление о наиболее вероятной погоде в ближайшие дни.

В последние годы наблюдения за погодой и ее прогнозирование активно развиваются. Появилось большое количество метеостанций, способных автоматически собирать и передавать сведения о погоде в единые метеорологические центры. Если раньше погодные данные собирали метеостанции при аэропортах, то теперь любой желающий может приобрести недорогую метеостанцию и делиться ее показаниями через сеть Интернет [1]. Накапливаются гига- и терабайты данных о погодных условиях в различных точках мира. Использование этих данных позволяет перейти на новый уровень при составлении прогнозов погоды, улучшая их качество, детализацию, а также проводить совершенствование прогнозных моделей путем выявления их неточностей.

Существующие модели прогнозирования погоды используют огромные объемы данных, требуют значительных вычислительных мощностей и позволяют с достаточной точностью предсказывать погоду в регионах [2, 3, 4]. Тем не менее, отсутствие достаточного количества наблюдательных станций (или оперативного доступа к их данным), недостаточный учет локальных характеристик территории (рельефа местности, насаждений, водных объектов, техногенного воздействия), не позволяет составлять точные прогнозы для отдельных населенных пунктов и точек местности [5, 6, 7].

С другой стороны, разработка собственных моделей без использования глобальных данных (движение слоев атмосферы, изменение метеопараметров, в том числе на отдаленных территориях) не позволит получить более точную картину прогнозов.

Для решения этой проблемы предлагается использование данных существующих моделей прогнозирования погоды с их дальнейшей корректировкой. Использование существующих глобальных моделей позволяет без привлечения больших вычислительных мощностей решить проблему учета глобальных изменений в атмосфере.

Корректировка затрагивает три основных аспекта:

1. Систематические ошибки в прогнозировании для конкретных территорий и их исправление.
2. Учет данных с локальных наблюдательных метеостанций и других источников.
3. Учет локальных характеристик и особенностей территории, оказывающих влияние на погодные условия.

В настоящее время имеется достаточно большое количество данных о прогнозах погоды для различных территорий и фактических значениях метеорологических параметров. Сравнение прогнозируемых и фактических значений позволяет выявить ошибки и неточности прогнозирования. Если сами по себе, ошибки в прошлых прогнозах не являются достаточным основанием для корректировки будущих прогнозов, то выявление причин возникновения ошибок, сопутствующих факторов (в том числе метеорологических), локальных особенностей местности, позволяет найти систематические ошибки и провести их корректировку.

В связи с тем, что объемы метео данных и прогнозов велики (например, прогнозы WRF и GFS занимают более 60 Гб и обновляются каждую минуту), то эффективное выявление их взаимосвязей и корректировка прогнозов возможна при использовании методов машинного обучения. Для этих целей успешно могут использоваться нейронные сети, опорные вектора и т.д. Применение факторного анализа дает возможность выявить взаимосвязь параметров среды и их влияние на изменение погоды.

В качестве набора параметров для машинного обучения предлагается использовать широкий набор показателей как текущего состояния погоды, так и не успешных прогнозов [8]:

- температура с шагом 3 часа,
- средняя температура,
- наибольшая разность температур,
- средние температуры за прошедшую неделю,
- атмосферное давление,
- изменение атмосферного давления,
- скорость и направление ветра,
- относительная влажность,
- показатели погоды в окрестностях (местность разбивается на зоны с установленным шагом, например, 10x10 км),
- среднее значение температуры для текущего дня на основе многолетней статистики,
- разница текущего значения температуры и среднего значения температуры на основе многолетней статистики,
- облачность,
- высота над уровнем моря,
- перепад высот с окрестностями,
- доля водных объектов в точке прогноза и т.д.

В связи с тем, что традиционная сеть метеостанций не дает детальное представление о погодных условиях в конкретных точках области (где отсутствуют метеостанции), интерес представляет использование дополнительных источников метеорологической информации, способных предоставить сведения о барометрическом давлении, температуре, влажности, скорости движения воздуха. Такими источниками могут быть датчики температуры и влажности, датчики осадков, автоматические и компактные метеостанции и т.д. Так как эти данные могут иметь различную структуру и форму представления, а также не равномерно охватывать территорию Владимирской области, возникает задача интеграции и обработки таких неоднородных и неполных метеоданных.

Литература

1. Local Weather Forecast, News and Conditions | Weather Underground <https>
2. Yu T.-W., Iredell M., Keyser D. Global data assimilation and forecast experiments using SSM/I wind speed data derived from a neural network application. Wea. and Fcst., 1997, vol. 12. – P. 859-865.
3. LeMarshall J., Jung J., Derber J., Chahine M., Treadon R., Lord S.J., Goldberg M., Wolf W., Liu H.C., Joiner J., Woolen J., Todling R., P. van Delst, Tahara Y. Improving global analysis and forecasting with AIRS. Bull. Amer. Met. Soc., 2006, vol. 87. – P. 891-894.
4. Kiehl J.T., Hack J.J., Bonan G.B., Boville B.A., Williamson D.L, Rasch P.J. The National Center for Atmospheric Research community climate model CCM3. J. Climate, 1998, vol. 11. – P. 1131-1149.
5. Liu Q., Marchok T., Pan H.-L., Bender M., Lord S. Improvements in hurricane initialization and forecasting at NCEP with global and regional (GFDL) models. TPB 472, National Weather Service, U. S. Dept. of Commerce, 2000, 7 p.
6. Arakawa A., Mintz Y. The UCLA atmospheric circulation model. Dept. of Meteorology, U. California. 1974
7. Tracton M. S., Mo K., Chen W., Kalnay E., Kistler R., White G. Dynamical Extended Range Forecasting (DERF) at the National Meteorological Center. Mon. Wea. Rev., 1989, vol. 117. – P. 1604-1635.
8. Шарапов Р.В. Адаптивное прогнозирование погоды с учетом локальных характеристик территории // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, №1, 2020. С. 55-60.

Шарапов Р.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: info@vanta.ru*

Математические модели прогнозирования погоды

В основе любой современной модели прогнозирования погоды лежит математическая модель атмосферы, предложенная Вильгельмом Бьеркнесом [1, 2]. Для прогнозирования Бьеркнес предложил использовать систему уравнений: одно уравнение для каждой зависимой переменной, описывающей атмосферу. В частности, он выделил семь основных переменных: давление, температура, плотность (density), влажность, и три компонента скорости воздушных потоков (x, y, z velocity).

Для получения корректных прогнозов необходимо значительное число первичных данных метеоспутников и метеостанций. Наибольшее разрешение самых лучших современных моделей прогнозирования составляет до 3-х километров (в большинстве случаев 25 км) при использовании алгоритмов пространственной интерполяции.

В мире существует три основных центра сбора метеоданных, где реализуются модели прогнозирования представляющие собой различные подходы к решению уравнений динамики атмосферы, ядро которых содержит уравнения Ричардсона [3]:

1. Global Forecast System (GFS) – (Глобальная Система Прогнозирования) оперируется NCEP (National Centers for Environmental Prediction, Национальные Центры для Предсказания Окружающей Среды), которые является подразделением NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, Национальное управление океанических и атмосферных исследований), NWS (National Weather Service, Национальная Служба Погоды), США [4, 5, 6, 7].

GFS модель обновляется четыре раза в день (00:00, 06:00, 12:00 и 18:00 UTC) и выдает прогнозы до 16 суток (на 384 часа). Модель выполняется в двух частях: первая часть имеет более высокое разрешение и выходит до 192 часов (8 дней), вторая часть проходит от 192 до 384 часов (16 дней).

NAM (North American Mesoscale, Северо-Американская Мезошкала) региональная мезошкальная модель с расширенными данными о рельефе и улучшенной параметризацией поверхности и процесса предсказания.

Модель WRF (Weather Research and Forecasting, Исследования и Прогнозирование Погоды) является мезошкальной числовой моделью для предсказания погоды следующего поколения созданной с целью обеспечить потребности как в оперативном прогнозировании, так и в исследованиях атмосферы. WRF обновляется 4 раза в день и генерирует прогнозы на 78 часов вперед с шагом в 1 час. Прогнозы включают скорость и направление ветра, порывы ветра, температуру, общую облачность и осадки [8].

2. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), г. Реддинг, Великобритания. На сегодняшний день эта модель является самой новой, быстро развивается и является лидером по точности долгосрочных прогнозов [9].

3. Модель Ukmets является детищем самой старой метеорологической службы мира MetOffice – Британской правительственной метеобюро. Считается, что она богаче других по научному потенциалу и дает самый точный краткосрочный прогноз.

В России главной организацией, выполняющей прогнозирование погоды, является Гидрометцентр России, который также использует гидродинамические модели атмосферы, в которых представлены основные погодообразующие механизмы: облачно-радиационные взаимодействия, фазовые переходы влаги, турбулентность в пограничном слое, преобразования тепла и влаги в верхнем слое почвы, взаимодействие с растительным покровом и т.д. Однако часть физических процессов при этом сознательно не учитывается или огрубляется из-за ограниченности ресурсов.

Гидродинамические модели прогнозируют не точечные, а осредненные по ячейкам расчетной координатной сетки характеристики. Все многообразие свойств атмосферы и подстилающей поверхности внутри ячейки представляется пространственно- осредненными сеточными значениями.

Пространственно-временная дискретизация и сглаживание сказываются на способности моделей воспроизводить локальные особенности метеорологических полей и, в первую очередь, экстремальные характеристики и резкие изменения погоды, как правило, представляющие наибольший интерес для потребителей прогнозов.

У всех этих моделей есть существенная ограниченность. Систематические ошибки возникают прежде всего из-за недостатка исходных данных. Например, в Европе среднее расстояние между метеорологическими станциями 25км, то в России это 100 км в лучшем случае для Европейской части (для Сибири, как вы сами понимаете, может быть и 1000км между станциями). Также все эти модели имеют разрешение 50-100 км, слабо учитывают рельеф, акватории, и локальные особенности территории.

Например, для Владимирской области составляются прогнозы для основных населенных пунктов. За основу берутся данные нескольких метеостанций Владимирской (Владимир, Гусь-Хрустальный) и соседних (Выкса, Павловский Посад, Волжская ГМО) областей. Тем не менее, получаемые прогнозы являются достаточно приближенными: они слабо привязаны к населенным пунктам и являются недостаточно точными [1].

Литература

1. Шарапов Р.В. Адаптивное прогнозирование погоды с учетом локальных характеристик территории // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, №1, 2020. С. 55-60.
2. Bjerknes V. The problem of weather prediction, considered from the viewpoints of mechanics and physics // Meteorol. Z., 1904, vol. 21. – P. 1-7.
3. Richardson L. Weather Prediction by Numerical Process. Cambridge, The University press, 1922. 236 p.
4. Skamarock W.C. A description of the Advanced Research WRF version 3. NCAR Tech. Note NCAR/TN-475+STR, 2008, 113 p.
5. Hamill T.M., Whitaker J.S. Increasing NOAA's computational capacity to improve global forecast modeling. A NOAA White Paper, 2010.
6. Deshpande M., Johny C.J., Kanase R. Implementation of Global Ensemble Forecast System (GEFS) at 12km Resolution // Contribution from IITM Technical Report No.TR-06 ESSO/IITM/MM/TR/ 02(2020)/200
7. Liu Q., Marchok T., Pan H.-L., Bender M., Lord S. Improvements in hurricane initialization and forecasting at NCEP with global and regional (GFDL) models. TPB 472, National Weather Service, U. S. Dept. of Commerce, 2000, 7 p.
8. Andersson E., Hollingsworth A. Typhoon bogus observations in the ECMWF data assimilation system. ECMWF Tech. Memo. 148, ECMWF, Reading, U. K. 1988.
9. Arakawa A., Mintz Y. The UCLA atmospheric circulation model. Dept. of Meteorology, U. California. 1974.