

еще одна его цитата в русле этой же тематики: «Мой мозг только приемное устройство. В космическом пространстве существует некое ядро, откуда мы черпаем знания, силы, вдохновение. Я не проник в тайны этого ядра, но знаю, что оно существует».

На данном этапе эволюции, всё говорит о том, что в XXI веке современное человечество вступило в фазу полной непредсказуемости событий, происходящих на планете. Судя по всему, мы входим в новую систему координат и это потребует пересмотра отношения к жизненным основам, на которых базировались предыдущие цивилизации. А для нас в первую очередь это опыт СССР. Подобный подход поможет придать импульс для повышения эффективности мышления и устремить взгляд в будущее.

Данное обстоятельство особо касается творческого инженерного мышления, так как оно выражается в проведении в реальность объектов, которые ранее не существовали. А созданию чего-то уникального предшествует этап обучения и подготовки. И здесь как раз важно понять сущность развития инженерной мысли, соответствующего современному этапу эволюции.

Список литературы

1 **Пацкевич, А. В.** Роль науки в понимании путей преодоления низкочастотного этапа эволюции / А. В. Пацкевич, Ю. И. Пацкевич // Ноосферизм – новый путь развития. Субеттовские чтения : материалы II Междунар. науч. конф. посвященной 85-летию А. И. Субетто. Санкт-Петербург, 27 мая 2022 г. [кол. монография] ; под науч. ред. проф. В. В. Семикина. – СПб. : Астерион, 2022. – С. 414–421.

2 **Аблеев, С. Р.** Тайна происхождения человека: Сокров. Мудрость Востока и космо-эволюц. гипотеза антропогенеза в свете новых науч. тенденций / С. Р. Аблеев; Рос. междисциплинар. проект комплекс. исслед. «Мистернум Магнум» НИИ социал. пробл. РАЕН. – Тула : Ирида-прос, 2004.

УДК 666.982:620.91

О ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕЛИОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

М. А. ПРАВЕДНАЯ, Т. В. ЯШИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На заводах строительной индустрии перспективно создание гибких энергосистем, в которых наряду с традиционными теплоносителями применяется солнечная энергия: ускоренный нагрев бетона осуществляется электроэнергией, паром, продуктами сгорания, а изотермическое выдерживание изделий – с использованием солнечной энергии. Оснащение светопрозрачными крышками ямных пропарочных камер, устанавливаемых на открытых цехах и полигонах, позволило перейти на комбинированный метод термической обработки бетона [1]. Причина поиска альтернативных источников энергии – потребность получать её из энерговозобновляемых, практически неисчерпаемых природных ресурсов. Также особенно важны экологичность и экономичность.

Для ускорения твердения бетона используется метод приготовления бетонной смеси при температуре 50–60 °С на предварительно нагретых солнечной радиацией воде и заполнителях с обязательным введением в ее состав пластификаторов или суперпластификаторов.

При производстве бетонных работ солнечная энергия используется для прямого или пассивного нагрева твердеющего бетонного изделия. В естественных условиях бетон в течение суток, взаимодействуя с внешней средой через его поверхность, подвергается воздействию радиационного излучения и колебаний температуры наружной среды, тем самым участвуя в сложном процессе тепло- и массообмена с окружающим пространством. Тепловая энергия, определяющая температурный режим в бетоне, является результатом сложения энергии тепла из окружающей среды, переданной излучением, и теплоты, выделенной в ходе экзотермического процесса. Тепловыделение бетона зависит как от минералогического и химического состава цемента, тонкости его помола, водоцементного отношения, так и от температуры бетона и продолжительности его твердения, а также теплоты, накопленной им за световой день. Абсолютная его величина зависит от теплоемкости, теплопроводности и плотности бетона; теплоты, которая выделяется с поверхности бетона в окружающее пространство посредством конвективной теплопередачи, включающей отраженное и соб-

ственное излучение; теплоты, которая затрачивается на испарение из бетона воды для затворения и выделяется при конденсации водяного пара.

Чаще всего, бетон обладает шероховатой, неровной поверхностью, поэтому при укладке однослойного светопрозрачного ограждения между ним и поверхностью бетона создается воздушный зазор, приводящий к возникновению сложной системы с радиационно-кондуктивным теплообменом. Для образования такого зазора бетон укрывают полимерной пленкой, жестко закрепляют ее по периметру обрабатываемой поверхности, создавая систему, в которой на внутренней поверхности светопрозрачного ограждения конденсируется влага, что приводит к массообменным процессам. Теплообмен с окружающей средой в данной системе происходит вследствие конвекции и лучеиспускания. В дневное время благодаря прозрачности полимерных пленок лучистая радиация накапливается в бетоне и в промежутке между ним и полимерной пленкой, а теплообмен сопровождается излучением. В результате данного процесса тепловой поток снова возвращается на поверхность бетона, способствуя сохранению теплоты в бетонном теле. Теплота, образующаяся в процессе образования влаги на внутренней поверхности пленки, также участвует в нагреве бетона. Количество поглощенной лучистой энергии зависит как от степени черноты поверхности твердеющего бетона, так и от оптических свойств светопрозрачной пленки, размещаемой между источником излучения и поглощающей поверхностью бетона. В ночное время бетон, как носитель низкопотенциальной теплоты, становится непосредственным источником инфракрасного длинноволнового излучения, а полимерные ограждения, находящиеся на его поверхности, задерживают это излучение. Температура бетона, постепенно снижающаяся в ночное время, оказывается выше температуры наружного воздуха. Для оценки скорости охлаждения бетона используют спектральные коэффициенты пропускания, отражения и поглощения полимерных пленок в длинноволновой области.

В гелионагревательных устройствах, работающих по принципу "горячего ящика", солнечная радиация конвертируется в тепловую энергию, которая накапливается в объеме камеры в пределах температур изотермического выдерживания бетона. В таких гелиокамерах можно реализовать пакетную технологию выдерживания изделий, а также заполнять их объем объектами различных геометрических размеров. При поглощении солнечной энергии металл нагревается, после чего становится генератором теплового излучения: таким образом солнечная энергия преобразуется в тепловую. При наличии тепловоспринимающего материала температура воздуха в устройстве поднимается свыше 80 °С. Повышение температуры по сравнению с температурой окружающего пространства в обычных условиях позволяет получить температуру воздуха от 49 до 60 °С. Таким образом, для получения в гелионагревателе температур, близких к температуре изотермической выдержки бетона, требуется, чтобы внутри гелиокамеры находился материал, воспринимающий тепло [1].

Летом в средней полосе Европы производительность тепловых коллекторов с жидкостным теплоносителем может достигать до 60 литров воды, нагретой до 60–70 °С, с каждого квадратного метра в день. КПД солнечного коллектора достигает 70 %. Он зависит от плотности потока солнечной энергии, температур окружающей среды и нагретой в коллекторе воды. Стандартная температура нагретой воды составляет 50 °С. При понижении данной температуры КПД коллектора повышается. Использование на теплоприемной поверхности селективно поглощающих покрытий, которые хорошо поглощают видимую часть солнечного спектра и практически не излучают в инфракрасной его области, позволяет увеличить эффективность солнечного коллектора примерно на 20 %. Такие коллекторы обладают низкой материалоемкостью (вес материала, затраченного на изготовление 1 м² поверхности) и низкой инерционностью (время нагрева воды до заданной температуры при конкретном давлении воды) [2]. Срок службы коллектора составляет не менее 10 лет. Основываясь на опыте эффективной эксплуатации гелиоколлекторов в Гомельской области (более чем на 50 объектах с 2007 г.), можно сделать вывод об эффективности их применения в Республике Беларусь [3].

Территория Республики Беларусь получает больше солнечной энергии по сравнению с западноевропейской, расположенной на такой же широте, что в последнем случае обусловлено влиянием Атлантики и Балтики. Вследствие меньшей облачности суммарное количество приходящей в Беларусь солнечной радиации превосходит северные территории соседних стран, однако, несмотря на более выгодное положение нашей страны, государства Европы намного активнее используют солнечную энергию. Производство железобетонных изделий с применением гелиокамер позволяет существенно снизить стоимость изделий, сократить энергозатраты, что актуально при строительстве объектов на транспорте.

Список литературы

1 Солнечная энергетика в Крыму. Методическое пособие для специалистов и всех интересующихся проблемами использования солнечной энергии / С. В. Казаченко [и др.]. – Симферополь. : Фонд Восточная Европа ; Творческий союз научных и инженерных объединений (обществ) Крыма, 2008. – С. 30.

2 Примеры и рекомендации по использованию солнечной энергии в технологических целях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://banksolar.ru>. – Дата доступа : 03.09.2022.

3 Солнечный коллектор [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.solarcollector.by>. – Дата доступа : 05.09.2022.

УДК 614.876:69.05

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ГОМЕЛЬСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В. А. САВАСТЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Гомельский химический завод за время своей работы накопил в отвалах вблизи территории производственных цехов более 22 млн т отходов на площади около 100 га. Основной частью этих техногенных отходов является фосфогипс, в котором ~97 % гипса и ~3 % составляют фосфаты железа и алюминия, ортофосфорная кислота, фторсиликаты калия и натрия, фториды кальция [1]. Отходы фосфогипса представляют значительную опасность с точки зрения вредного влияния на окружающую среду, являясь источником загрязнения почвы, поверхностных и подземных вод.

Их утилизация представляется важной проблемой как экологического, так и экономического значения. В настоящее время существует ряд предложений по использованию отходов в сельском хозяйстве и производстве строительных материалов [2, 3].

Все строительные материалы, изготовленные из элементов земной коры, являются источниками радиоактивных газообразных изотопов $^{222}_{86}\text{Rn}$, $^{220}_{86}\text{Rn}$, $^{219}_{86}\text{Rn}$. Перечисленные изотопы радона – это члены соответствующих радиоактивных семейств: $^{235}_{92}\text{U}$, $^{238}_{92}\text{U}$ и $^{232}_{90}\text{Th}$.

Естественная радиоактивность воздуха в зданиях в основном обусловлена вышеуказанными изотопами радона и дочерними продуктами их распада.

Бета-активность воздуха обусловлена преимущественно генетически связанными изотопами свинца и висмута, альфа-активность – изотопами радона и полония.

Газообразный радон тяжелее воздуха, поэтому его концентрация максимальна вблизи земной поверхности и уменьшается с высотой. Количественной оценкой естественной радиоактивности воздуха является эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) дочерних продуктов распада $^{222}_{86}\text{Rn}$ (семейство $^{238}_{92}\text{U}$) и $^{220}_{86}\text{Rn}$ (семейство $^{232}_{90}\text{Th}$).

Эквивалентная равновесная объемная активностью (ЭРОА) дочерних продуктов распада $^{222}_{86}\text{Rn}$ рассчитывается как взвешенная сумма объемных активностей $^{218}_{84}\text{Po}$ (RaA); $^{214}_{83}\text{Bi}$ (RaB) и $^{214}_{82}\text{Pb}$ (RaC) [4]:

$$(\text{ЭРОА})_{\text{Rn}} = 0,10 A_{\text{RaA}} + 0,52 A_{\text{RaB}} + 0,38 A_{\text{RaC}}.$$

Эквивалентная равновесная объемная активностью дочерних продуктов распада $^{220}_{86}\text{Rn}$ (семейство $^{232}_{90}\text{Th}$) – это взвешенная сумма объемных активностей $^{212}_{82}\text{Pb}$ (ThB) и $^{212}_{83}\text{Bi}$ (ThC):

$$(\text{ЭРОА})_{\text{Th}} = 0,91 A_{\text{ThB}} + 0,09 A_{\text{ThC}}.$$

В соответствии с действующими СанПиП «Требования к радиационной безопасности» при проектировании зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активностью дочерних продуктов распада $^{222}_{86}\text{Rn}$ и $^{220}_{86}\text{Rn}$ в воздухе помещений не превышала 100 Бк/м^3 :

$$(\text{ЭРОА})_{\text{Rn}} + 4,6(\text{ЭРОА})_{\text{Th}} \leq 100 \text{ Бк/м}^3.$$