

Министерство образования и науки РФ
Воронежский государственный технический университет

РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Методические указания к выполнению
лабораторных и практических работ по дисциплине «Ресурсосбережение в
строительстве» для бакалавров направления 22.03.01 «Материаловедение и
технология материалов»**

Воронеж 2021

Составители: Е.В. Баранов
УДК 66.013.6 (075.8)

Ресурсосбережение в строительстве [Текст]: метод. указ. к выполнению лабор. и практ. работ по дисциплине «Ресурсосбережение в строительстве» для бакалавров направления «Материаловедение и технология материалов» / ВГТУ; сост.: Е.В. Баранов. - Воронеж, 2021.- 29 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных и практических работ по дисциплине «Ресурсосбережение в строительстве» бакалаврами направления «Материаловедение и технология материалов»

Ил. 5 . Табл. 11.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

Рецензент –

1. Лабораторная работа №1

Определение основных показателей ресурсосбережения

Ресурсосбережение это деятельность (организационная, экономическая, техническая, научная, практическая, информационная), методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающих все стадии жизненного цикла объектов и направленных на рациональное использование и экономное расходование ресурсов.

Основными задачами ресурсосбережения являются (ГОСТ 52106-2003):

- сбережение топлива и энергии (в том числе электрической энергии и тепловой, включая энергию пара, воды, сжатого воздуха, кислорода);
- рациональное использование и экономия материальных ресурсов;
- максимальное сохранение природных ресурсов;
- сохранение равновесия между развитием производств и потреблением вторичных материальных ресурсов с сохранением устойчивости окружающей техногенной среды;
- совершенствование систем управления качеством производства продукции, ее реализации и потребления, оказания услуг;
- обеспечение экономически эффективного и безопасного использования вторичных материальных ресурсов.

Показатели ресурсосбережения направлены на обеспечение технического уровня и экономию ресурсов при проектировании изделий и производстве продукции в технологическом цикле.

Показатели ресурсосбережения подразделяют на четыре квалификационные группы (ГОСТ 30167-2014):

- ресурсосодержание;
- ресурсоемкость;
- ресурсоэкономичность;
- утилизируемость отходов производства и изделий после использования, снятия их с эксплуатации.

Ресурсосодержание продукции, процессов, работ и услуг это совокупность системно-структурных свойств, характеризующих состав и содержание

сосредоточенных в продукции, работах и услугах ресурсов определенного вида при данном уровне развития общества.

К основным показателям ресурсосодержания в составе конструктивных показателей назначения изделия, продукции относят: массу, удельную массу, габаритные размеры, объем.

Ресурсоемкость процессов, продукции, работ и услуг это совокупность структурно-технических свойств, определяющих возможность изготовления продукции, ремонта и утилизации, а также выполнения работ и оказания услуг с установленными затратами и потерями ресурсов в технологических циклах. Определяет показатели ресурсоиспользования и ресурсосбережения.

К основным показателям ресурсоемкости (по технологичности) материала, изделия, продукции в составе показателей конструкции и ресурсосбережения относят технологический выход годных изделий, коэффициенты применяемости материала, использования материала, удельные производственные материалоемкость и энергоемкость. Минимальную номенклатуру устанавливаемых в нормативной документации показателей выбирают исходя из особенностей изготовления конкретной продукции

Ресурсоэкономичность продукции, работ и услуг это совокупность эксплуатационных свойств, характеризующих техническое совершенство продукции, а также работ и услуг по степени расходования и использования различных ресурсов с достижением определенного полезного эффекта в заданных условиях функционирования. Определяет показатели ресурсоиспользования и ресурсосбережения.

К основным показателям ресурсоэкономичности при эксплуатации изделия, продукции относят удельный расход энергии, номинальную потребляемую мощность, КПД (для отдельных изделий), срок службы, срок сохраняемости (в особенности для лекарственных средств, материалов и пищевых продуктов).

Утилизация это Виды работ по обеспечению ресурсосбережения (с учетом требований экологии и безопасности), при которых осуществляются с заданной интенсивностью переработка и/или вторичное использование отслуживших установленный срок и/или отбракованных изделий, материалов, упаковки и т. п., а также технологических отходов и вторичных материалов. Утилизации подвергают также изделия, пришедшие в негодность в результате нарушений по различным причинам условий их функционирования.

К основным показателям утилизируемости изделий, ставшими отходами по истечении срока службы, срока эксплуатации, срока сохраняемости, как правило, относят: возможность утилизации, уровень утилизируемости, утилизационную способность, продолжительность процесса утилизации.

Рекомендуемая номенклатура показателей, установленных по показателям ресурсосбережения, представлена в таблице 1.1.

–Рекомендуемая номенклатура показателей ресурсосбережения

Общее наименование группы показателей	Показатель
Показатели ресурсосодержания вещества, материала, изделия, продукции	1 Масса вещества, материала, изделия, продукции 2 Масса сухого изделия 3 Масса драгоценных материалов (металлов) в изделии 4 Масса металла в изделии 5 Масса цветных металлов в изделии 6 Удельная масса вещества, материала, изделия, продукции (удельная масса сухого изделия) 7 Удельная масса драгоценных материалов (металлов) в изделии 8 Удельная масса металла в изделии 9 Габаритные размеры изделия 10 Объем вещества, материала; объем изделия, продукции (без упаковки) по габаритным размерам
Показатели ресурсоемкости (по технологичности) вещества, материала, изделия, продукции	11 Расход сырья, материалов при изготовлении изделия, продукции 12 Материалоемкость вещества, материала, изделия, продукции 13 Удельная производственная материалоемкость вещества, материала, изделия, продукции 14 Расход энергоресурсов при изготовлении вещества, материала, изделия, продукции 15 Энергоемкость вещества, материала, изделия, продукции 16 Удельная производственная энергоемкость вещества, материала, изделия, продукции 17 Доля технологических отходов сырья, материала 18 Доля технологических потерь сырья, материалов 19 Коэффициент применяемости драгоценных материалов (металлов) 20 Коэффициент использования драгоценных материалов (металлов) 21 Коэффициент использования основных материалов 22 Технологический выход годных изделий (для серийно выпускаемых) 23 Полнота (степень) утилизируемости вещества, материала, изделия, продукции (полная, частичная, нулевая)

	<p>24 Ресурсоемкость утилизации вещества, материала, продукции, изделия</p> <p>25 Техническая возможность утилизации вещества, материала, изделия, продукции (да, нет)</p>
Показатели ресурсоэкономичности вещества, материала, изделия, продукции	<p>26 Расход энергоресурсов при эксплуатации изделия, продукции</p> <p>27 Удельный расход энергоресурсов при использовании вещества, материала, продукции, при эксплуатации изделия (удельная эксплуатационная энергоэкономичность)</p> <p>28 Номинальная потребляемая мощность изделия</p> <p>29 КПД изделия</p> <p>30 Номинальная частота</p> <p>31 Номинальное напряжение</p> <p>32 Номинальный коэффициент мощности</p> <p>33 Номинальный ток</p> <p>34 Давление перегретого пара</p> <p>35 Коэффициент избытка воздуха сжигаемой газовой смеси</p> <p>36 Давление газа перед горелками</p> <p>37 Холодильный коэффициент</p> <p>38 Расход материала на эксплуатацию изделия (на запчасти)</p> <p>39 Средний срок сохраняемости (показатель, время, коэффициент) вещества, материала, изделия, продукции</p> <p>40 Интенсивность утилизации вещества, материала, изделия, продукции (в естественных или искусственных условиях)</p> <p>41 Ресурсоэкономичность утилизации вещества, материала, изделия, продукции</p> <p>42 Экономическая возможность утилизации вещества, материала, изделия, продукции</p>
Показатели утилизируемости вещества, материала, изделия, продукции, а также отходов производства и потребления	<p>43 Утилизируемость конструкции (изделия), материала (состава), а также отходов производства и потребления</p> <p>44 Утилизационная пригодность объектов, а так же отходов производства и потребления</p> <p>45 Техничко-экономическая возможность утилизации вещества, материала, изделия, продукции, а так же отходов производства и потребления</p>

	46 Продолжительность (скорость) утилизации объектов, отходов
	47 Утилизационная способность объектов, отходов
	48 Уровень утилизируемости (объекта)
	49 Ресурсоемкость утилизации вещества, материала, изделия, продукции
	50 Ресурсоэкономичность утилизации вещества, материала, изделия, продукции, а так же отходов производства и потребления

Студент выбирает объект исследования (как правило тематика связана с будущей темой ВКР) и определяет основные показатели ресурсосбережения для данного объекта исследования в виде таблице 1.2.

Таблица 1.2

Основные показатели ресурсосбережения для _____

Общее наименование группы показателей	Показатель	Числовое значение

2. Лабораторная работа №2

Использование вторичных материальных ресурсов в строительстве

2.1 Общие требования к щебню из дробленого бетона и железобетона

Использование вторичных материальных ресурсов рассматривается на примере оценки пригодности применения щебня из дробленого бетона и железобетона в строительстве.

Щебень из дробленого бетона это неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью свыше 5 мм, получаемый из дробленого бетона при разрушении зданий и сооружений, мостовых конструкций, покрытий из бетона в дорожном строительстве, а также старых покрытий взлетно-посадочных полос и перронов аэродромов, бетонных плит различного назначения и применяемый в качестве крупного заполнителя для бетонов и изготовления песчано-щебеночных смесей.

На первоначальном этапе необходимо произвести оценку качества щебня из дробленого бетона и железобетона согласно ГОСТ 32495-2013.

Щебень может поставляться в виде отдельных фракций: от 5 до 10 мм; св. 10 до 20 мм; св. 20 до 40 мм; св. 40 до 80 мм и смеси фракций от 5 до 20 мм, от 5 до 40 мм.

Полные остатки на контрольных ситах при расसेве щебня приведены в таблице 2.1, где d и D - наименьший и наибольший диаметры контрольных сит, соответствующие наименьшим и наибольшим номинальным размерам зерен.

Таблица 2.1

Полные остатки щебня при расसेве на контрольных ситах

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	$0,5(d + D)$	D	$1,25D$
Полные остатки на ситах, % по массе	От 90 до 100	От 30 до 60	До 10	До 0,5

Прочность щебня характеризуется маркой, определяемой по дробимости щебня при сжатии (раздавливании) в цилиндре. Марки по дробимости в зависимости от потери массы при испытании щебня в насыщенном водой состоянии должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Марка щебня по дробимости

Марка по дробимости щебня	Потеря массы при испытании щебня в насыщенном водой состоянии, %
600	Св. 15 до 20
400	" 20 " 28
300	

Содержание пылевидных частиц (размером менее 0,05 мм) в щебне марки по дробимости 600 не должно быть более 2% по массе, марки 400 - более 3% по массе, марки 300 - более 4% по массе.

Содержание слабых зерен прочностью менее 20 МПа в щебне марки по дробимости 300 не должно быть более 15% по массе, марки 400 - 10% по массе, марки 600 - 5% по массе.

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы не должно превышать 35% по массе.

Марка по морозостойкости щебня должна быть в диапазоне от F15 до F50 в зависимости от климатического района строительства и условий его применения.

Марка по истираемости щебня, определяемая в полочном барабане, должна быть И3 или И4.

Содержание вредных компонентов и примесей в щебне не должно превышать:

- серы, сульфатов и сульфидов (гипс, ангидрид и др.) - 1,5% по массе в пересчете на SO_3 ;
- водорастворимых хлоридов в пересчете на ион хлора - 0,1% по массе;
- свободных волокон асбеста - 0,15% по массе.

Щебень в зависимости от содержания засоряющих примесей неорганического происхождения (керамика, стекло, кирпичный бой и т.п.) и органического происхождения (линолеум, древесина, рубероид, картон, теплоизоляционные материалы) подразделяют на четыре группы:

- группа I - в щебне не допускается содержание засоряющих примесей неорганического и органического происхождения. Щебень применяют в качестве заполнителя в бетонах класса прочности В22,5 и ниже. Марка по дробимости щебня должна быть:

- 300 - для бетона класса В15 и ниже,
- 400 - для бетона класса В20 и ниже,
- 600 - для бетона класса В22,5 и ниже;

- группа II: содержание засоряющих примесей неорганического и органического происхождения не должно превышать 1% по массе. Щебень применяют для слоев оснований дорожных одежд и нижних слоев аэродромных покрытий, для изготовления песчано-щебеночных смесей, а также для производства бетонных смесей, уплотняемых укаткой;

- группа III: содержание засоряющих примесей органического и неорганического происхождения допускается в пределах от 1% до 3% по массе. Щебень применяют для устройства обочин дорог, нижних слоев оснований дорожных одежд и стоянок автотранспорта;

- группа IV: содержание засоряющих примесей неорганического и органического происхождения допускается в пределах от 3% до 7% по массе. Щебень применяют для рекультивации, благоустройства и планировки территорий.

2.2. Методика определения зерновой состав щебня

Зерновой состав щебня определяют путем отсева на стандартном наборе сит с отверстиями 1,25D; D; 0,5(D+d); D, а также 2,5 и 1,25 мм, где d и D это наименьшие и наибольшие номинальные размеры зерен. Для испытания используют предварительно высушенный до постоянной массы щебень в количестве указанном в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Необходимая масса пробы для испытания

Наибольший номинальный размер зерен, мм	Масса пробы, кг
10	5,0
20	10,0
40	20,0
Более 40	40,0

По окончании отсева взвешивают остатки на ситах и определяют частные и полные остатки на каждом сите.

Частный остаток на сите (a_i), в % - это отношение массы остатка на данном сите к массе просеиваемой навески и определяется по формуле:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100\% , \quad (2.1)$$

где m_i - масса остатка на данном сите, г;
 m - масса пробы, г.

На основании частных остатков определяют полные остатки на каждом сите (A_i), в %. Полный остаток это сумма частных остатков на данном сите и всех ситах с большими размерами отверстий. Определяется по формуле:

$$A_i = a_{1,25D} + a_D + \dots + a_i , \quad (2.2)$$

где $a_{1,25D}$, a_D, \dots , a_i - частные остатки на соответствующих ситах, %.

После отсева пробу вновь объединяют и используют для приготовления аналитических проб для проведения остальных испытаний

Результаты испытаний заносят в табл. 2.3 и сравнивают с требуемыми значениями. На основании полученных результатов строится график зернового состава щебня (рис. 2.1) и делаются выводы о пригодности щебня для строительных работ

Таблица 2.3

Результаты определения зернового состава щебня

Наименование остатка	Остатки на ситах, %				Проход через сито № d. %
	1,25D	D	0.5 (D+d)	d	
По массе, г					
Частные, %					
Полные, %					

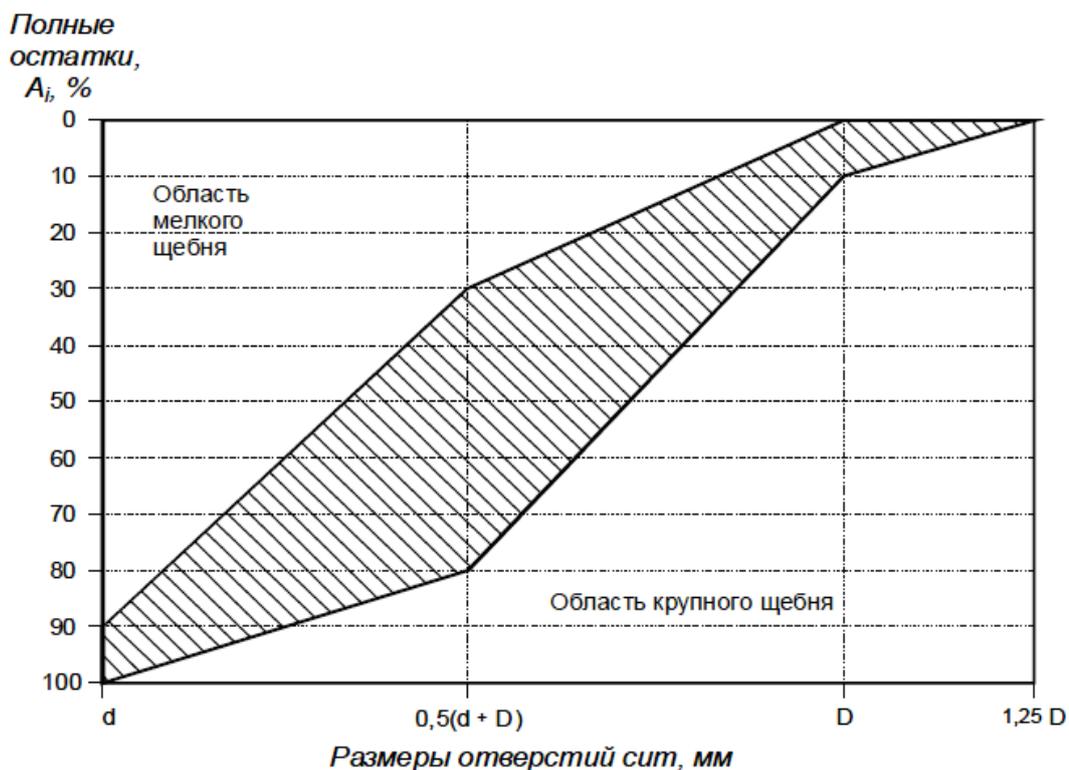


Рис. 2.1. График зернового состава щебня

2.3. Определение содержания пылевидных и глинистых частиц

Содержания пылевидных и глинистых частиц (размер частиц менее 0,05 мм) в щебне определяется методом отмучивания. Предварительно высушенный щебень массой не менее 5 кг (для испытания щебня фракции от 5(3) до 10 мм используют целиком пробу, применяемую при определении зернового состава) помещают в сосуд для отмучивания или ведро. Сосуд для отмучивания заливают водой несколько выше уровня щебня и оставляют в таком состоянии до полного размокания глинистой пленки на зернах щебня (гравия) или комков глины, если они имеются в пробе.

После этого в сосуд или ведро со щебнем (гравием) доливают воду в таком количестве, чтобы высота слоя воды над щебнем была 200 мм; содержимое сосуда перемешивают деревянной мешалкой и оставляют в покое на 2 мин. Через 2 мин сливают полученную суспензию. При сливе суспензии необходимо оставлять слой ее над щебнем (гравием) высотой не менее 30 мм. Затем щебень (гравий) вновь заливают водой до указанного выше уровня. Промывку щебня (гравия) в указанной последовательности повторяют до тех пор, пока вода после промывки не будет оставаться прозрачной. Воду в сосуд для отмучивания щебня (гравия) наливают до верхнего сливного отверстия. Суспензию сливают через два нижних отверстия. Из ведра суспензию сливают с помощью сифона, конец которого должен быть на расстоянии не менее 30 мм от поверхности щебня (гравия). После окончания отмучивания промытую пробу высушивают до постоянной массы.

Содержание в щебне пылевидных и глинистых частиц, % по массе, по формуле

$$\Pi = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\% , \quad (2.3)$$

где m - первоначальная масса пробы, г;
 m_1 - масса пробы после отмучивания, г.

2.4 Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм

Содержание в щебне (гравии) зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм оценивают количеством зерен, толщина которых менее длины в три раза и более.

Для определения зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм от каждой фракции испытываемого щебня берут аналитические пробы массой не менее согласно таблицы 2.4.

Таблица 2.4

Масса аналитической пробы для определения зерен пластинчатой и игловатой форм

Фракция щебня	Масса навески
от 5(3) до 10 мм;	0,25 кг
св. 10 до 20 мм;	1,0 кг
св. 20 до 40 мм;	5,0 кг
св. 40 мм.	10,0 кг

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) или игловатой формы определяют отдельно для каждой фракции щебня (гравия). При наличии в испытываемом щебне (гравии) какой-либо фракции в количестве менее 5% по массе содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм в этой фракции не определяют.

Аналитическую пробу взвешивают и из нее выбирают зерна, толщина которых меньше длины в три раза и более. Соотношение размеров зерен определяют при помощи передвижного шаблона или штангенциркуля. При использовании шаблона измеряемое зерно вкладывают наибольшим размером между губками, положение шаблона фиксируют стопорным винтом и измеряют размер зерна, затем зерно пропускают наименьшим размером между губками шаблона, установленными на расстоянии в три раза меньшем. Если зерно

пройдет между губками, то его относят к зернам пластинчатой или игловатой формы. Зерна пластинчатой и игловатой форм взвешивают.

Содержание в каждой фракции щебня (гравия) зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм (Π), %, определяют по формуле

$$\Pi_{пл} = \frac{m_1}{m} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

где m_1 - масса зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм, г;
 m - масса аналитической пробы, г.

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм в смеси фракций испытывают отдельно каждую фракцию и определяют средневзвешенное значение X определяемого показателя в соответствии с содержанием фракции в смеси по формуле

$$X = \frac{x_1 a_1 + x_2 a_2 + \dots + x_i a_i}{a_1 + a_2 + \dots + a_i}, \quad (2.5)$$

где x_1, x_2, x_i - значения определяемого показателя;
 a_1, a_2, a_3 - содержание данной фракции, %.

2.5 Определение дробимости

Дробимость щебня (гравия) определяют по степени разрушения зерен при сжатии (раздавливании) в цилиндре. При определении марки щебня (гравия) применяют цилиндр диаметром 150 мм (рис. 2.2). Для приемочного контроля качества щебня (гравия) фракции от 5 до 10 мм и св. 10 до 20 мм допускается применять цилиндр диаметром 75 мм.

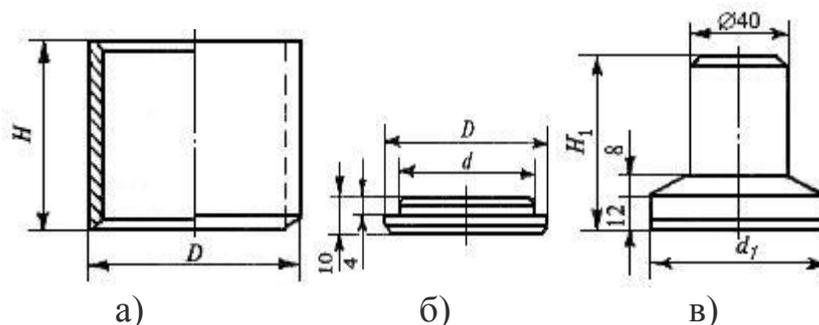


Рис. 2.2. Стальной цилиндр: а) цилиндр; б) съемное дно; в) плунжер.

При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более смежных фракций, исходный материал рассеивают на стандартные фракции и каждую фракцию испытывают отдельно. Щебень (гравий) фракции от 5 до 10, св. 10 до 20 или св. 20 до 40 мм просеивают через два сита с отверстиями,

соответствующими наибольшей (D) и наименьшей (d) крупности испытываемой фракции. От остатков на сите с отверстиями размером, равным d, отбирают две аналитические пробы массой не менее 0,5 кг каждая при испытании в цилиндре диаметром 75 мм и не менее 4 кг - при испытании в цилиндре диаметром 150 мм. Щебень (гравий) крупнее 40 мм предварительно дробят и испытывают фракции св. 10 до 20 мм или св. 20 до 40 мм. При одинаковом петрографическом составе щебня (гравия) фракции св. 20 до 40 мм и св. 40 до 70 мм прочность последней допускается характеризовать результатами испытаний фракции св. 20 до 40 мм. Щебень (гравий) допускается испытывать как в сухом, так и в насыщенном водой состоянии.

Аналитические пробы для испытания в сухом состоянии высушивают до постоянной массы, а для испытания в насыщенном водой состоянии погружают в воду на 2 ч. После насыщения водой с поверхности зерен щебня (гравия) удаляют влагу мягкой влажной тканью.

Пробу щебня (гравия) насыпают в цилиндр с высоты 50 мм так, чтобы после разравнивания верхний уровень материала примерно на 15 мм не доходил до верхнего края цилиндра. Затем в цилиндр вставляют плунжер так, чтобы плита плунжера была на уровне верхнего края цилиндра. Если верх плиты на плунжере не совпадает с краем цилиндра, то удаляют или добавляют несколько зерен щебня (гравия). После этого цилиндр помещают на нижнюю плиту прессы. Увеличивая силу нажатия прессы на 1...2 кН (100-200 кгс) в секунду, доводят ее при испытании щебня (гравия) в цилиндре диаметром 75 мм до 50 кН (5000 кгс), при испытании в цилиндре диаметром 150 мм - до 200 кН (20000 кгс).

После сжатия испытываемую пробу высыпают из цилиндра и взвешивают. Затем ее просеивают в зависимости от размера испытываемой фракции через сито с отверстиями размером: 1,25 мм для щебня фракции 5...10 мм, 2,5 мм для щебня фракции 10...20 мм, 5 мм для щебня фракции 20...40 мм, Остаток щебня (гравия) на сите после просеивания взвешивают. При испытании щебня (гравия) в насыщенном водой состоянии навеску на сите тщательно промывают водой и удаляют поверхностную влагу с зерен щебня (гравия) мягкой влажной тканью.

Дробимость щебня D_p , %, определяют с точностью до 1% по формуле

$$D_p = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\% , \quad (2.6)$$

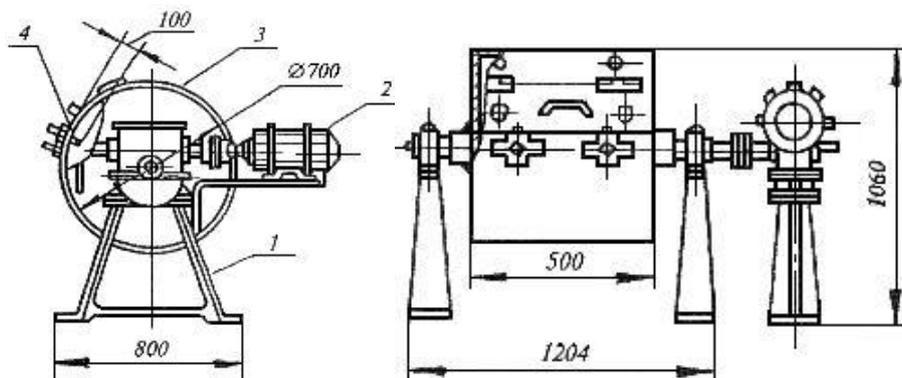
где m- масса испытываемой пробы щебня (гравия), г;

m_1 - масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы щебня (гравия), г.

За результат принимают среднеарифметическое значение двух параллельных испытаний. При определении показателя качества смеси фракций испытывают отдельно каждую фракцию и определяют средневзвешенное значение X определяемого показателя в соответствии с содержанием фракции в смеси по формуле (2.5).

2.6 Определение истираемости в полочном барабане

Истираемость (износ) щебня (гравия) определяют по потере массы зерен при испытании пробы в полочном барабане с шарами (рис. 2.4)



1- станина; 2 - двигатель; 3 - барабан; 4 - полка барабана

Рис.2.3. Полочный барабан

Щебень (гравий) фракций от 5 до 10, св. 10 до 20 и св. 20 до 40 мм в состоянии естественной влажности просеивают через два сита с отверстиями размерами, соответствующими наибольшему D и наименьшему d номинальным размерам зерен данной фракции. Из остатка на сите с отверстиями размером d отбирают две аналитические пробы по 5 кг с предельной крупностью зерен до 20 мм и две пробы по 10 кг фракции св. 20 до 40 мм.

При испытании щебня (гравия), состоящего из смеси двух или более смежных фракций, аналитические пробы готовят рассеиванием исходного материала на стандартные фракции и каждую фракцию испытывают отдельно. Щебень (гравий) крупнее 40 мм дробят до получения зерен мельче 40 мм и испытывают щебень (гравий) фракции св. 20 до 40 мм.

В случае одинакового петрографического состава фракций щебня (гравия) св. 20 до 40 и св. 40 до 70 мм истираемость последней допускается характеризовать результатами испытаний фракций св. 20 до 40 мм.

Подготовленную пробу загружают в полочный барабан вместе с чугунными или стальными шарами, закрепляют крышку барабана и приводят его во вращение со скоростью 30-33 об/мин. Число чугунных или стальных шаров и общее число оборотов барабана в процессе одного испытания щебня (гравия) принимают по таблице 2.5.

Таблица 2.5

Размер фракции щебня (гравия), мм	Число чугунных или стальных шаров, необходимое для испытания пробы, шт.	Число оборотов полочного барабана, необходимое для испытания пробы
От 5 до 10	8	500
Св. 5 до 15	9	500
Св. 10 до 20	11	500
Св. 20 до 40	12	1000

По окончании испытания содержимое барабана просеивают через сито с отверстиями диаметром 5 мм и контрольное сито с сеткой N 1,25. Остатки на ситах соединяют и взвешивают.

Истираемость щебня И, %, определяют по формуле

$$И = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\% , \quad (2.7)$$

где m - масса пробы щебня (гравия), г;

m_1 - суммарная масса остатков на сите с отверстиями диаметром 5 мм и контрольном сите, г.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение двух параллельных испытаний. При определении показателя качества смеси фракций испытывают отдельно каждую фракцию и определяют средневзвешенное значение И определяемого показателя в соответствии с содержанием фракции в смеси по формуле (2.5).

2.7 Использование щебня в производстве тяжелого бетона

После оценки показателей качества щебня делаются выводы об области его применения.

Вторым этапом лабораторной работы является исследование возможности использования щебня из дробленого бетона и железобетона в качестве крупного заполнителя в тяжелом бетоне.

На основании существующих методик производится расчет состава тяжелого бетона с использованием в качестве крупного заполнителя щебня из дробленого бетона и железобетона. Класс по прочности проектируемого бетона и марка по подвижности (жесткости) бетонной смеси назначается преподавателем.

Рассчитав состав тяжелого бетона студены разбиваются на звенья для приготовления лабораторного замеса и изготовления лабораторных образцов-кубов.

После твердения в определенно влажностных условиях образцы испытываются, определяется полученный класс бетона и делаются выводы по составу тяжелого бетона на щебне из дробленого бетона и железобетона.

3. Лабораторная работа №3 Энергетический ресурс

Энергетический ресурс – это носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть полезно использован в перспективе при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

По способам использования первичные энергетические ресурсы подразделяют на топливные и не топливные. По признаку сохранения запасов – на возобновляемые и невозобновляемые.

К топливным ЭР относятся такие энергоресурсы, которые выделяют энергию при их сжигании (уголь, нефть, природный газ, сланцы, торф, древесина). К не топливным энергоресурсам относится энергия рек, приливов и отливов, ветра, геотермальное тепло, солнечная энергия.

Возобновляемыми энергоресурсами считаются энергия рек, приливов и отливов, ветра, солнечная энергия, древесное топливо, торф (последнее единственное возобновляемое в природе органическое топливо). Остальные виды энергоресурсов относятся к невозобновляемым.

Количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м³ газообразного топлива, называют *теплотой сгорания топлива* или *теплотворной способностью топлива*.

Удельная теплота сгорания для различных видов топлива:

- сырая нефть – 43 000 кДж/кг (10260 ккал/кг);
- природный газ – 35 000–37 000 кДж/м³ (8 350–8 830 ккал/м³);
- каменный уголь – 25 000–28 000 кДж/кг (5 970–6680 ккал/кг);
- бурый уголь – 12 000–15 000 кДж/кг (2860–3560 ккал/кг);
- сланцы – 10 000–12 000 кДж/кг (2390–2860 ккал/кг);
- торф – 6000–10 000 кДж/кг (1430–2400 ккал/кг);
- мазут – 38 000–40 000 кДж/кг;
- бензин – 45 000 кДж/кг;
- газовый конденсат – 35 000 кДж/кг.

Для сопоставления энергетической ценности различных видов топлива и их суммарного учета введено понятие *условного топлива*.

Условное топливо – это условно-натуральная единица измерения количества топлива, применяемая для соизмерения топлива разных видов с помощью калорийного коэффициента, равного отношению теплосодержания 1 кг топлива данного вида к теплосодержанию 1 кг условного топлива (7000 ккал/кг или 29300 кДж/кг). Зная теплотворную способность любого вида топлива, можно определить его эквивалент в условном топливе.

Перерасчет натурального топлива на условное проводят по формуле

$$B_y = B_n \cdot Q_n / 29300, \quad (3.1)$$

где B_y - количество условного топлива, кг;

B_n - количество натурального топлива, кг;

Q_n - средняя теплота сгорания натурального топлива, кДж/кг.

Введение понятия условного топлива позволяет, например, сопоставить энергетические затраты двух различных регионов страны, не уточняя какое количество тех или иных конкретных видов топлива сжигается в этих регионах. Этот способ применим и для перевода тепловой и электрической энергии в условное топливо. Экономия энергии также удобно представлять в тоннах условного топлива (т у.т.).

Студентам предлагается произвести перерасчет заданного топлива (таблица 3.1) в единицы условного топлива.

Таблица 3.1

Варианты расхода топлива и его теплота сгорания

Топливо	Потребление	Теплота сгорания
Бурый уголь	3 т	7 500 кДж/кг
Природный газ	2 тыс. м ³	41 800 кДж/ м ³
Торф	6 т	2 900 ккал/кг
Каменный уголь	4 т	27 МДж/кг
Бурый уголь	7 т	3 100 ккал/кг в
Дизельное топливо	9 т	10 200 ккал/кг
Древесный уголь	3 т	31,5 МДж/кг
Горючий сланец	5 т	9 800 кДж/кг
Дрова	8 т	2 400 ккал/кг
Антрацит	5 т	31 200 кДж

Показатель энергоэффективности- это абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами.

Студенту предлагается, зная расход условного топлива на технологические нужды производства, оценить затраты при использовании различных видов топлива и выбрать наиболее экономичный.

В качестве примера рассмотрена технология получения воздушной строительной извести. Удельный расход условного топлива при использовании различных типов тепловых агрегатов в производстве воздушной извести с содержанием 80 % активных CaO+MgO представлен в таблице 3.2, определить удельный расход применяемого топлива и оценить, как использование этого топлива скажется на себестоимости продукции.

Таблица 3.2

**Удельный расход топлива при производстве извести с содержанием 80 %
активных CaO+MgO**

Тип теплового агрегата	Удельный расход условного топлива, кг/кг	Вид топлива	Удельный расход топлива, кг (м ³)/ единицу продукции (т, кг и т.д.)	Стоимость энергозатрат на единицу продукции
Шахтная пересыпная печь (работающая на угле)	0,148	Каменный уголь		
Шахтные печи, работающие на природном газе	0,158	природный газ		
Вращающиеся печи, работающие по сухому способу (короткие и длинные)	0,21-0,245	природный газ		
Вращающиеся печи, работающие по мокрому способу	0,28	природный газ		

Задание по расходам энергоресурсов выдается студентам по вариантам исходя из последней цифры зачетной книжки.

4. Лабораторная работа №4

Оценка эффективности энергосберегающих мероприятий

В осветительных установках ежегодно расходуется в среднем около 13–14 % производимой электроэнергии, поэтому более эффективное ее расходование – это масштабная и значимая задача. При этом экономия электрической энергии в светотехнических установках не должна достигаться за счет отключения части осветительных приборов или отказа от искусственного освещения при недостаточной освещенности; необходимо безукоризненно соблюдать требования норм освещенности. Экономия электрической энергии и затрат может быть получена за счет:

- совершенствования систем освещения;
- использования эффективных источников света;
- правильного выбора и рационального размещения светильников
- применения новых осветительных приборов и устройств;
- организации эффективного управления освещением и его автоматизации;
- рационального построения осветительных сетей;
- введения планомерной и качественной эксплуатации осветительных установок

В дальнейшем рассмотрена методика расчета эффективности мероприятия по замене ламп накаливания на компактные люминесцентные или светодиодные лампы и установки датчиков движения [5].

Шаг 1. Расчетное потребление электроэнергии на освещение помещений с временным пребыванием людей составляет, кВт · ч:

$$W_{л.н} = N \cdot P_{л.н} \cdot \tau \cdot z \cdot 10^{-3} \quad (4.1)$$

где N – количество ламп накаливания в местах с временным пребыванием людей, шт.; $P_{л.н}$ – мощность лампы накаливания, Вт; τ – время работы системы освещения, ч; z – число рабочих дней в году.

Установка датчиков движения и присутствия позволит сократить число часов работы системы освещения до 1-2 часов. Замена ламп накаливания на компактные люминесцентные или светодиодные лампы (с сохранением одинакового светового потока) позволит снизить использование электроэнергии на работу осветительных установок.

Шаг 2. Расход электроэнергии на освещение мест с временным пребыванием людей после внедрения системы автоматического регулирования и замены ламп составит, кВт · ч:

$$W_{к.л.л} = N \cdot P_{к.л.л} \cdot \tau_a \cdot z \cdot 10^{-3}, \quad (4.2)$$

где $P_{к.л.л}$ – мощность компактной люминесцентной или светодиодной лампы, Вт; τ_a – время работы системы освещения после установки датчиков движения и присутствия, ч.

Шаг 3. Экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна, кВт · ч:

$$\Delta W = W_{л.н} - W_{к.л.л}, \quad (4.3)$$

где $W_{л.н}$ – годовой расход электроэнергии при использовании ламп накаливания, кВт · ч; $W_{к.л.л}$ – годовой расход электроэнергии после внедрения системы автоматического регулирования и замены ламп, кВт · ч.

Шаг 4. Годовая экономия в денежном выражении составит, тыс. руб.:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta W \cdot T_{э.э} \quad (4.4),$$

где $T_{э.э}$ – тариф на электрическую энергию руб./кВт · ч.

Задание: Определить энергоэффективность от замены *ламп накаливания на компактные люминесцентные или светодиодные лампы* и установки датчиков движения. В помещении временного пребывания людей установлено 20 ламп накаливания единичной мощностью 70 Вт. Система освещения в помещениях работает в течение всего рабочего дня, который составляет 9 часов. Тариф на электрическую энергию $T = 5,39$ руб./кВт·ч. Число рабочих дней учреждения в году – 247 дней

Лабораторная работа №5

Рейтинговая оценка жилых комплексов по критериям «зелёного строительства»

Национальный стандарт СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 подразумевает рейтинговую систему оценки устойчивости среды обитания и распространяется на все категории проектируемых, построенных и сданных в эксплуатацию жилых зданий и общественных зданий следующих категорий:

- административные;
- офисные, бизнес-центры;
- гостиницы и общежития;
- учебные (детские ясли и сады, школы, средние и высшие учебные заведения);
- спортивно-зрелищные, спортивные;
- торговые, торгово-развлекательные;
- больницы, госпитали, поликлиники.

Национальный стандарт СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 состоит из десяти разделов, которые представлены на рис. 5.1.



Рис. 5.1. Основные разделы стандарта СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 (Россия)

Основные классы оценки устойчивости среды обитания для жилых и общественных зданий по СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 представлены на рис. 5.2.

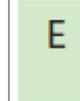
S-фактор, баллы	520–650	420–519	340–419	260–339	170–259	100–169	0–99
Классы оценки	A	B	C	D	(E)	(F)	(G)
Знаки оценки							

Рис. 5.2 Классы жилых и общественных зданий по СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011

При этом в данной системе сертификации подлежат здания и проекты получившие классы А, В, С, D. Для категории объектов E, F, G выдаются только заключения с указанием суммы полученных баллов.

Оценку жилого комплекса по критериям «зеленого строительства» согласно национальному стандарту СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 необходимо представить в виде таблицы 5.1.

Баллы по критериям вносятся в таблицу, суммируются и определяется класс устойчивой среды обитания по СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 «Зеленое строительство».

Базовые значения критериев, индикаторов, параметров и их балльных эквивалентов принимаем по национальному стандарту СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011.

Таблица 5.1

Оценки устойчивой среды обитания жилого комплекса по национальному стандарту СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011

N	Наименование критериев	Максимальный оценочный балл	Исследуемый жилой комплекс (с указанием адреса, этажности здания и ориентировочного года строительства)
Максимальный общий балл		650	
Класс устойчивой среды обитания		A.B.C. D. E,F.G	
Категория 1 – Комфорт и качество внешней среды		70	
1	Доступность общественного транспорт	5	
2	Доступность объектов социально-бытовой инфраструктуры	5	
3	Обеспеченность придомовой территории физкультурно-оздоровительными, спортивными сооружениями и игровыми площадками	7	
4	Озелененность территории	7	
5	Ландшафтное орошение	5	
6	Близость водной среды и визуальный комфорт	9	
7	Инсоляция прилегающей территории	7	

8	Защищенность придомовой территории от шума и инфразвука	9	
9	Защищенность от ионизирующих и электромагнитных излучений	10	
10	Доступность экологического транспорта	6	
Категория 2 - Качество архитектуры и планировки объекта		60	
11	Качество архитектурного облика здания	12	
12	Обеспеченность здания естественным освещением (превышающее нормативное значение)	10	
13	Озеленение здания	15	
14	Обеспеченность полезной площадью	5	
15	Комфортность объемно-планировочных решений	5	
16	Размещение объектов социально-бытового назначения в здании	3	
17	Обеспеченность стоянками для автомобилей 3	3	
18	Оптимальность формы и ориентации здания	7	
Категория 3 - Комфорт и экология внутренней среды		86	
19	Воздушно-тепловой комфорт	20	
20	Световой комфорт	15	
21	Акустический комфорт	16	
22	Защищенность помещений от накопления радона	10	
23	Контроль и управление системами инженерного обеспечения здания	15	

24	Контроль и управление воздушной средой	10	
Категория 4 - Качество санитарной защиты и утилизации отходов		26	
25	Качество санитарной защиты	15	
26	Качество организации сбора и утилизации отходов	10	
Категория 5 - Рациональное водопользование		40	
27	Водоснабжение здания	10	
28	Утилизация стоков	15	
29	Водосберегающая арматура	15	
Категория 6 - Энергосбережение и энергоэффективность		120	
30	Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания	25	
31	Расход тепловой энергии на горячее водоснабжение	20	
32	Расход электроэнергии	55	
33	Удельный суммарный расход первичной энергии на системы инженерного обеспечения	20	
Категория 7 - Применение альтернативной и возобновляемой энергии		60	
34	Использование вторичных энергоресурсов	30	
35	Использование возобновляемых энергоресурсов	30	
Категория 8 - Экология создания, эксплуатации и утилизации объекта		64	

36	Минимизация воздействия на экологию строительных материалов	18	
37	Минимизация отходов при выполнении строительных работ	10	
38	Мероприятия по защите и восстановлению внешней среды в процессе строительства	20	
39	Минимизация воздействия от эксплуатации и утилизации здания	16	
Категория 9 - Экономическая эффективность		65	
40	Стоимость дисконтированных инвестиционных затрат	20	
41	Стоимость годовых эксплуатационных затрат	20	
42	Стоимость приведенных совокупных затрат по циклу жизни объекта	25	
Категория 10 - Качество подготовки и управления проектом		60	
43	Опыт проектировщика (архитектора) в проектировании «зеленых зданий»	17	
44	Опыт застройщика (генподрядчика) в строительстве «зеленых зданий»	10	
45	Опыт управляющей компании в эксплуатации «зеленых зданий»	9	
46	Выполнение НИР и ОКР в процессе подготовки проекта	24	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Опарина, Л.А. Основы ресурсо- и энергосбережения в строительстве: учеб. пособие / Л.А. Опарина. – Иваново: ПресСто, 2014. – 256 с.
2. ГОСТ 52106-2003 Ресурсосбережение. Общие положения. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 48 с.
3. ГОСТ 30167-2014 Ресурсосбережение. Порядок установления показателей ресурсосбережения в документации на продукцию - М.: Стандартиформ, 2014. -24 с.
4. ГОСТ 32495-2013 Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2014. – 8 с.
5. Черенцова, А. А Энергоресурсосбережение : практикум / А. А. Черенцова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 79 с.
6. Алюян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения – Иваново: ПресСто, 2016. – 276 с.
7. Белов, В.В. Использование вторичных сырьевых ресурсов в производстве строительных материалов: учебное пособие / В.В. Белов, В.Б. Петропавловская. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2017. 120 с
8. Стандарт организации СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». – М: Из-во БСТ. 2011. – 65 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	Лабораторная работа №1. Определение основных показателей ресурсосбережения.....	3
2	Лабораторная работа №2. Использование вторичных материальных ресурсов в строительстве.....	7
	2.1 Общие требования к щебню из дробленого бетона и железобетона.....	7
	2.2 Методика определения зерновой состав щебня.....	9
	2.3 Определение содержания пылевидных и глинистых частиц.....	11
	2.4 Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм.....	12
	2.5 Определение дробимости.....	13
	2.6 Определение истираемости в полочном барабане.....	15
	2.7 Использование щебня в производстве тяжелого бетона.....	16
3	Лабораторная работа №3. Энергетический ресурс.....	17
4	Лабораторная работа №4. Оценка эффективности энергосберегающих мероприятий.....	19
5	Лабораторная работа №5. Рейтинговая оценка жилых комплексов по критериям «зелёного строительства».....	21
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	28