

УДК 69.059.25:692.4

Разборка защитного гравия и технологическое оборудование для удаления его с кровли

Устинов Дмитрий Борисович,
аспирант, Брестский государственный
технический университет, Беларусь

E-mail: rebitum@mail.ru

Предложено оборудование для ремонта рулонных кровель с удалением с них защитного гравия, обеспечивающее ресурсоэнергосбережение.

Ключевые слова: рулонная кровля, гравий, разборка, удаление горизонтальным и вертикальным транспортными средствами.

Введение

Начиная с 1960 г. в СССР на промышленных, гражданских и жилых зданиях возводились типовые совмещенные крыши с битумными кровлями из рубероида, объем которых составляет более 70 % общего объема всех возведенных крыш. При проектировании и эксплуатации совмещенных крыш исходили из того, что такие крыши в 1,5 раза менее трудоемки, чем скатные чердачные с деревянными стропилами и обрешеткой, и на 10–15 % дешевле их [1]. На большепролетных зданиях и сооружениях возможно устройство только совмещенных крыш. Известно и то, что эксплуатация чердачных скатных крыш в зимних условиях связана с проблемой образования свисающих сосулек, создающих опасность для жизни людей. Плоские совмещенные крыши удобнее, чем скатные чердачные, для размещения на них различного оборудования и материалов для проведения, например, ремонтных работ. Кровельные ковры на совмещенных крышах выполняют из широко распространенных, доступных и дешевых рулонных битумных материалов.

Для защиты водоизоляционного ковра от механических повреждений атмосферных воздействий, солнечной радиации и распространения огня по поверхности кровли нормами предусматривается устройство слоя гравия с размером зерен 5–10 мм. Толщина защитного слоя из гравия, уложенного на слой горячей битумной мастики толщиной 1–2 мм, составляет 10–15 мм. При плотности гравия 2000 кг/м³ (например, из известняка) на 1 м² кровли содержится 20–30 кг пригрузочного материала, или на 1000 м² – 30 т. Если учесть, что площади совмещенных крыш с такими кровлями составляют сотни тысяч квадратных метров, то можно представить, какие объемы каменного гравия со-

DISMANTLING OF PROTECTIVE GRAVEL AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT TO REMOVE IT FROM THE ROOF

Dmitry B. Ustinov,
graduate student, Brest State Technical University,
Belarus

Equipment for repair of roll roofing with the removal of these protective gravel, providing the economy of resources is proposed.

Keywords: roll roofing, gravel, demolition, removal of the horizontal and vertical transport.

Mechanization of Construction

средоточены на покрытиях. Известно, что в стадии возведения таких крыш большинство трудоемких кровельных операций выполнялись вручную. При реконструкции и ремонте этих крыш трудозатраты на их восстановление вручную возрастают более чем в два раза. Причем возрастает и стоимость возведенных крыш от применения в их кровельных конструкциях дорогостоящего каменного гравия, который предварительно необходимо разработать, отсортировать по фракциям и обеспылить.

Теоретические положения

Гравий должен применяться светлых тонов. Однако он быстро загрязняется при эксплуатации кровли, становится темным, теряет свойство отражать солнечную радиацию и начинает поглощать и аккумулировать солнечное тепло. Исследования, проведенные в Бресте в жаркий летний период (июль) по выявлению температурного режима конструкций рулонного битумного ковра, позволили выявить характер распределения температуры на поверхности и в слоях кровли из обычного рубероида и защищенные слоем гравия. На поверхности и в слоях кровли были установлены температурные датчики, подключенные к многоточечному электронному прибору-самописцу с круглосуточным режимом работы. Такие исследования необходимы для учета эргономических и микроклиматических данных в процессе проектирования механизации производства кровельных работ и машин. В период наблюдений средняя максимальная температура поверхности кровельного ковра с верхним слоем из обычного рубероида черного цвета составляла 56,2 °С (рис. 1), под ковром на поверхности теплоизоляции крыши температура достигала 46,7 °С. Кровельный ковер пятислойный с общей толщиной

25–30 мм. Средняя максимальная температура на поверхности гравийной засыпки составляла 51,2 °С, под кровлей 45 °С. Средняя температура наружного воздуха в период наблюдений за пятидневку достигала 25,8 °С. Как видно из графика, защитный слой из гравия, по существу, не влияет на снижение температуры на поверхности кровли и под ее многослойным ковром в сравнении с обычной рубероидной кровлей. Вместе с тем гравийный защитный слой создает сложную ситуацию при эксплуатации и ремонте кровельных конструкций на плоских совмещенных крышах. В ходе длительной эксплуатации зданий возникает необходимость ремонта строительных конструкций из-за потери их надежности. Так, если срок эксплуатации рубероидных кровель на битумных мастиках составляет 11–12 лет, то защитный гравий из естественного камня на этих кровлях может служить во много раз дольше. Поэтому возникает неувязка между объемами ремонтов и долговечностью материалов. То есть, если на такой кровле появится течь, то для устранения ее необходимо удалить защитный гравий, наклеить на течь заплатку и снова восстановить гравийную засыпку. Однако под гравием такие течи на кровле практически выявить просто невозможно. Поэтому ремонтные работы на кровлях с защитным слоем из гравия представляют собой сложнейшую техническую задачу. При крупномасштабном ремонте или реконструкции кровли технология проведения восстановительных работ должна основываться на методе последовательного демонтажа и разборки кровельных многослойных конструкций. Несовершенство технологии устройства защитной гравийной посыпки, различие физико-механических свойств битума и естественного камня приводят к преждевременному выходу из строя защитного гравийного слоя. Для стока воды на кровлях совмещенных крыш обязательно предусматриваются уклоны в сторону водосточных воронок. На поверхности кровли от зерен гравия образуется бугристый микрорельеф с многочисленными каналами, по которым мигрирует дождевая и талая вода. В меняющихся сечениях каналов при движении по ним воды возникают турбулентные потоки, которые постепенно разрушают и вымывают приклеивающий мастичный битумный слой, нарушая сцепление гравийных зерен с кровельным основанием. В холодное время года вода, замерзая между зернами гравия, увеличивается в объеме и дополнительно отрывает его от поверхности кровли, превращая засыпку в гравийную осыпь. С потоками воды частички битума и гравий увлекаются к водосточным воронкам и забивают их. За многие годы эксплуатации защитный гравийный слой на кровле теряет свою сплошную однородную структуру. Атмосферная вода постепенно из года в год размывает засыпки из гравия, оставляя на поверхности кровли разрозненные бугристые островки, а между ними участки обнаженной кровли (рис. 2). Разрушение гравийной засыпки составляет 20–25 % и более. При этом возникает проблема разборки таких бугристых гравийных остатков на кровле, транспортировки по ним образующихся при

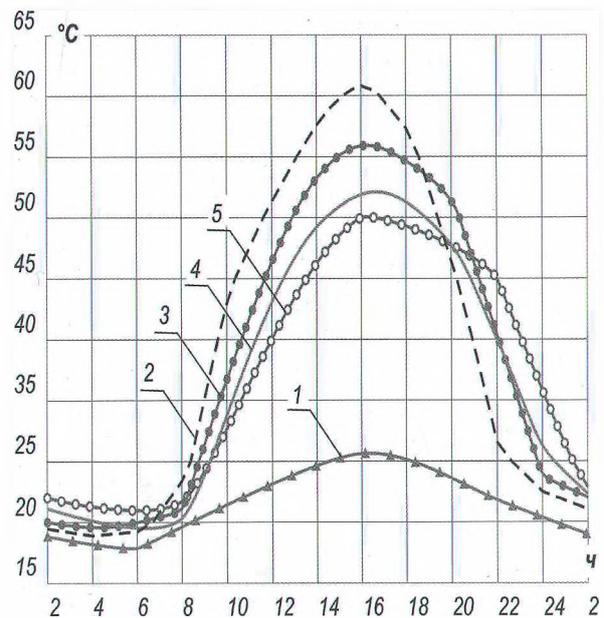


Рис. 1. График изменения температуры (Брест, июль):

1 – наружный воздух; 2 – поверхность кровли из черного рубероида; 3 – поверхность гравия; 4 – под кровлей из черного рубероида; 5 – под кровлей с посыпкой из гравия

ремонте строительных отходов и новых материалов. От физических характеристик грузов зависят не только методы выполнения ремонтно-строительных работ на крышах и выбор оборудования и средств перемещения, но и трудоемкость транспортных работ. Причем основной удельный вес стоимости и трудоемкости при выполнении ремонтно-строительных работ (в основном ручных) в стесненных условиях и на удаленных участках крыши приходится на внутривоздушный транспорт. Грузы при этих видах работ перемещают горизонтальными и вертикальными видами транспорта. Горизонтальным транспортом на крыше грузы перемещают от места их получения до места их отгрузки на землю. Вертикальный транспорт обеспечивает подъем и опускание грузов в рабочей зоне ремонтируемого объекта. При этом необходимо учитывать и коэффициент использования грузоподъемного механизма. Складывается серьезная проблема при ремонте и реконструкции совмещенных крыш с рулонными кровлями на многопролетных зданиях и сооружениях сплошной застройки с размерами в плане 140x140, 240x180, 580x290 м и более (производственные корпуса машиностроительной, металлургической, легкой промышленности и др.). При разработке проектов на строительство таких объектов предусматривался поточный последовательный монтаж краном всех строительных конструкций, включая и кровли. При выполнении обязательных текущих и капитальных ремонтов кровель периферийные участки – захватки могут быть удаленными от места установки подъемника (у фасадных стен) на 100 м и более. При этом возникает проблема размещения и самих подъ-



а)



б)

Рис. 2. Разрушение гравийного защитного слоя на кровле:

а – общий вид; б – укрупненный фрагмент разрушения

емников на время ремонтных работ у наружных стен действующих производственных корпусов с пристенным технологическим оборудованием и трубопроводами, остекленными фасадами, завершённым благоустройством у зданий и др.

Традиционно при кровельных и бетонных работах на плоских крышах применяют деревянные инвентарные ходовые мостики, предназначенные для транспортирования по ним различных строительных материалов (базовый вариант) [2]. Для изготовления таких мостиков используют высокосортную древесину. Ходовые мостики изготавливают в виде отдельных щитов, скрепленных поперечными планками. Щиты в трубопроводе монтируют и объединяют друг с другом гвоздями непосредственно на крыше. В процессе работы необходимо многократно менять положение мостиков, перекладывать их из одной зоны в другую, все это связано с большими трудозатратами и затяжными производственными операциями. Щиты укладывают на поверхность крыши планками вниз. В таком положении щиты не совсем устойчивы, и рабочие вынуждены приспосабливаться, перемещая по ним груз, и постоянно находиться в напряжении, чтобы не оступиться. Поэтому с точки зрения эргономики крайне необходима оптимизация условий деятельности системы «человек – орудие труда», которая должна оцениваться не только по технико-экономическим показателям, но и с точки зрения сохранения здоровья работающего человека, находящегося на крыше на солнцепеке всю рабочую смену. При ремонте мягких кровель на огромных площадях крыш, которые не должны

подвергаться механическим повреждениям, необходимо использовать легкие и эластичные ходовые мостики (новый вариант). Их экономическую эффективность определяют по известной методике, сравнивая с базовым вариантом. При этом учитывают следующие показатели: годовую потребность ходовых мостиков; нормативную оборачиваемость; годовой оборот; себестоимость производства 100 м² мостиков; удельные капитальные вложения на изготовление 100 м² мостиков; нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений. С учетом приведенных показателей базового (З_б) и нового (З_н) вариантов ходовых мостиков годовой экономический эффект (Э_г) определяется по формуле

$$Э_g = З_б - З_н \quad (1)$$

В условиях сложившейся застройки при ремонте крыш применяют легкие краны или подъемники. В конкретном случае при вертикальной транспортировке гравия с крыши на землю данные механизмы должны быть задействованы в тяжелом и непрерывном режиме работы. При этом меняется и показатель удельной энергоемкости (Э_{уд}) используемого подъемного механизма, характеризующий расход энергоресурсов на единицу груза, который определяют по формуле

$$Э_{уд} = \frac{\Sigma Э}{П_э} \quad (2)$$

где ΣЭ – суммарный расход энергоресурсов в смену; П_э – сменная эксплуатационная произво-



Рис. 3. Отложение промышленной пыли у парапета производственного здания и места установки рукавов для ее уборки:

1 – переносной легкий кран КП-200; 2 – места установки рукавов с загрузочными воронками; 3 – парапет; 4 – отложение промышленной пыли

дительность легкого подъемного механизма.

Производительность легких кранов и подъемников измеряется количеством грузов, поднимаемых в единицу времени (час, смену), и зависит от параметров и физических свойств транспортируемых материалов. При оценке экономической эффективности легких подъемников и определении степени их использования необходимо учитывать время, затрачиваемое на ручные операции для каждого вида транспортируемого груза, связанные с погрузочно-разгрузочными работами. При транспортировании гравия на землю основные работы приходится на погрузочно-разгрузочные операции. В этом случае подъемник будет работать в легком режиме с минимальной затратой энергоресурсов. Однако при кажущейся экономии использование легких подъемников циклического действия для этого вида работы становится неэффективным. Но ремонтные кровельные работы требуется выполнять в крайне сжатые сроки и при этом необходимо быстро с покрытия на землю отгрузить десятки тонн образующихся отходов. Эти обстоятельства вынуждают образующиеся отходы просто сбрасывать на землю с последующей транспортировкой их на свалки. Однако сейчас, когда жестко ставятся условия охраны окружающей среды и ресурсосбережения, такой подход к производству ремонтных работ будет неприемлемым. В 1973 г. с проблемой удаления эксплуатационных отходов (пыли) с крыш производственных корпусов (рис. 3) столкнулись специалисты Карагандинского металлургического комбината (Казахстан) [3]. Тогда отходы (пыль) транспортировали на землю в бункеры с помощью рукавов из сборных стальных труб [4]. По рубероидной мягкой кровле отходы (пыль) перемещали

к трубопроводам на ручных тележках по сборным эластичным мостикам, устроенным из бывших в употреблении транспортерных лент. Обогащенную различными минеральными компонентами пыль использовали в строительных смесях. Позже, в 1982 г., аналогичное технологическое оборудование было использовано при удалении защитного гравийного слоя с ремонтируемой кровли производственного корпуса Брестского чулочного комбината. С размерами в плане 180x144 м на кровле здания было сосредоточено более 500 т гравия. Отходы гравия с содержанием в них битума вторично применяли при ремонтных дорожных работах.

Технологическое оборудование для удаления гравия с кровли

Для отделения защитного слоя гравия от кровли целесообразно разогревать приклеивающий битум под гравием до жидко-пластичного состояния с помощью газовой горелки [5]. Оборудование: баллон с газом, редуктор и горелка в комплекте со шлангом. Тепловой поток размягчает битум, который сразу вместе с гравием счищают с поверхности кровли и отгружают в транспортные средства. Расход газа при непрерывной работе горелки составляет 2–2,3 кг/ч и зависит от погодных условий. В летнее время температура на поверхности гравия на кровле может достигать 60 °С и более, при этом сокращается и расход газа, используемого для удаления засыпки. Для горизонтального транспортирования по кровле отходов из гравия применяют ручные или самоходные тележки, перемещаемые по настилу из прорезиненной ткани [5]. Настилы (ходовые дорожки) [6, 7] состоят из однотипных прямоугольных и треугольных листов, изготовленных из прорезиненной ткани толщиной 10–12 мм бывших в употреблении транспортерных лент. На кромках листов имеются отверстия для пропуска через них крепежного шпегата, объединяющего собранные листы между собой. Путьпровод из таких листов с любой развязкой под различными углами быстро собирается и разбирается на поверхности ремонтируемой кровли, листы удобны для транспортировки и складирования. Для вертикального транспортирования сыпучих материалов с кровли на землю следует применять рукав из сборных труб, которые, могут быть изготовлены из оцинкованной стали конической формы длиной 2–2,5 м, с верхним диаметром 0,4–0,5 м и нижним 0,32–0,42 м (рис. 4). Сварная конструкция трубы усиливается продольным стальным круглым стержнем диаметром 10–12 мм и двумя стягивающими хомутами. Толщина листа сборочного элемента трубы 0,4–0,6 мм. Масса трубы из такого листа составляет 11–12 кг. Продольные стальные несущие стержни вверху и внизу снабжены монтажными петлями. При сборке рукава конец трубы с меньшим диаметром вставляют в трубу большего диаметра, совмещая монтажные петли и скрепляя болтами. Масса самонесущего рукава из таких труб длиной 25 м составляет 115–120 кг, длиной 50 м – 230–240 кг. Рукав собирают снизу вверх с помощью легкого подъемника, установлен-

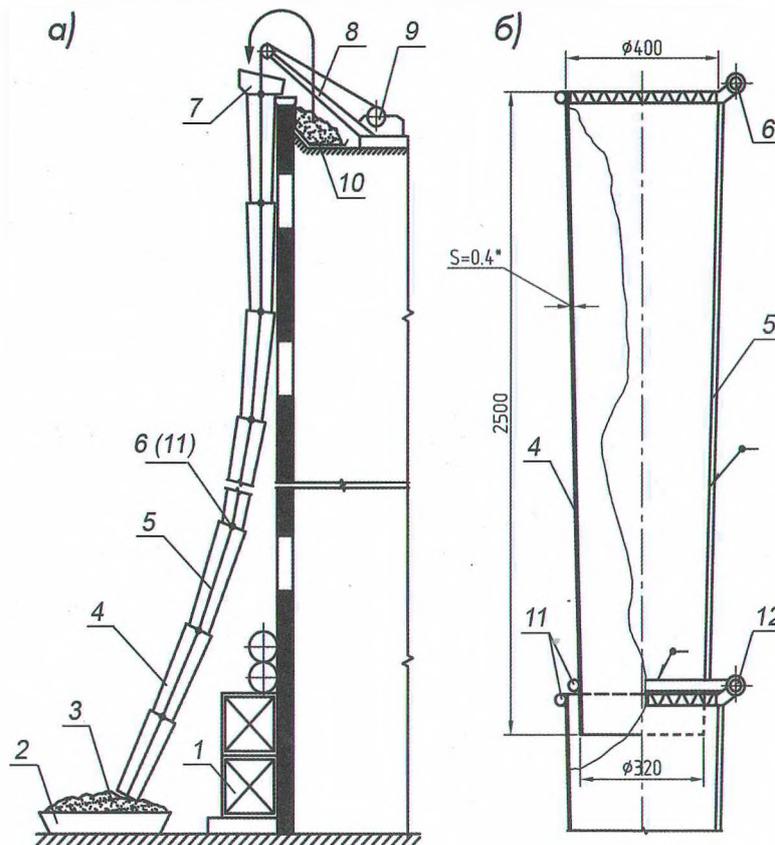


Рис. 4. Рукав для вертикальной транспортировки сыпучих материалов: 1 – пристенное технологическое оборудование; 2 – емкость; 3 – гравий (пыль); 4 – стальная коническая труба; 5 – продольный несущий стержень; 6 – монтажная петля; 7 – загрузочная воронка; 8 – стрела подъемника; 9 – электрическая лебедка; 10 – поддон; 11 – хомут; 12 – стяжной болт

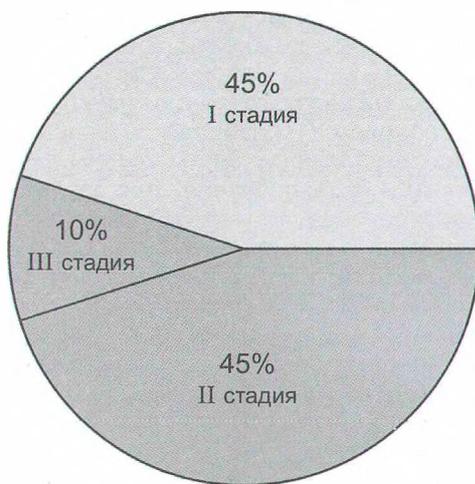


Рис. 5. Диаграмма распределения трудоемкости по технологическим стадиям при удалении гравия с кровли:

I стадия – ручная разборка гравия и погрузо-разгрузочные работы; II стадия – ручная или механизированная транспортировка гравия по кровле; III стадия – сборка, разборка и перестановка рукава на захватках кровли

ного на крыше. Разборку осуществляют в обратной последовательности. Верхний обрез рукава жестко блокируют с конструкциями на кровле.

На диаграмме (рис. 5) трудозатраты вертикальной транспортировки гравия по рукаву (III стадия) с кровли вниз составляют всего 10 % (сборка, разборка и перестановка системы из сборных элементов труб). На ручные работы по разборке гравия на кровле и погрузо-разгрузочные его работы (I стадия) приходится 45 %. Такая же доля трудозатрат (II стадия – 45 %) приходится на горизонтальную транспортировку гравия на ручных или механизированных тележках по кровле с укладкой настилов путепровода. Трубы рукавов могут быть изготовлены и из полиэтиленовых материалов как инвентарные [8, 9] для массового применения в строительных и ремонтных работах. При необходимости полной разборки изношенной рулонной кровли после удаления с ее поверхности гравия приступают к резке ковра машиной. На монопанелях с сжимаемым утеплителем (пенополистирол, пенополиуретан и др.) после удаления гравия старая кровля может быть сохранена. Поверхность ее должна быть выровнена и подготовлена для наклейки новых рулонных материалов [5]. В случае затяжных технологических перерывов в ремонтных

работах или плохой погоды поверхность кровли обязательно должна быть временно изолирована мастичным слоем из измельченных в порошок кровельных битумных отходов [10, 11].

Заключение

1. С учетом объемов работ, связанных с удалением гравия с кровли, и на основе технико-экономических показателей сравниваемых вариантов можно выбрать конструкцию и материалы настилов для утеплителя на кровле и транспортные средства для вертикальной транспортировки гравия на землю, которые могут быть изготовлены с использованием собственных средств.

2. Повысить надежность и продлить срок службы кровли – значит обеспечить долговечную и безопасную эксплуатацию зданий и сооружений, в которых проживают люди или размещено действующее заводское технологическое оборудование.

3. Гравий следует вторично использовать в строительных смесях, обеспечивая ресурсосбережение и охрану природной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Туполев М.С.** Конструкции гражданских зданий. М: Стройиздат, 1968. 101 с.
2. **Козловский А.С.** Кровельные работы. М: Высшая школа, 1973. 191с.
3. **Устинов Б.С.** О пылеотложении на покрытиях промышленных зданий Карагандинского металлургического комбината. Реферативная информация. Сер. IV. Вып. 3. М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1978.

4. Исследование эксплуатационных свойств рулонных кровель промышленных зданий Карметкомбината: отчет о НИР № ГР 77070464 (СССР) / Завод– ВТУЗ при КМК, научн. рук. темы Устинов Б.С. Темиртау, 1979. 55 с.

5. Рекомендации по проектированию и ремонту рулонных кровель с переработкой рубероидных отходов в вяжущий порошок, применяемый вторично в устройстве дренажной системы восстанавливаемой крыши для осушения теплоизоляции: Р5.08.059.09 / УО БрГТУ; разработ. Устинов Б.С., Устинов Д.Б. Мн. РУП «Стройтехнорм», 2009.

6. **Устинов Б.С.** А.с. 1351986. Ходовые мостики. БИ, 1987, № 42.

7. **Устинов Б.С.** Ходовые мостики для производства кровельных работ // Жилищное строительство. 1991. № 12.

8. **Устинов Б.С., Устинов Д.Б.** А.с. 1742169. Устройство для транспортирования сыпучих материалов. БИ, 1992, № 23.

9. **Устинов Б.С.** Устройство для транспортировки сыпучих материалов // Механизация строительства. 1991. № 5.

10. **Устинов Б.С.** Патент ВУ 12265. Способ устройства изолирующего мастичного слоя при ремонте кровли. 2009.

11. Технические условия Республика Беларусь. ТУ ВУ 200002511.001-2010. Порошок вяжущий из кровельных битумных отходов старого водоизоляционного ковра ПКБОВ-5. Разработч. Б.С. Устинов, Д.Б. Устинов / РУП «Стройтехнорм» РБ, реестр гос. регистр. № 9000840503.11.2010. Брест, 2010.