

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ
МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION**

МРНТИ 68.85.81

DOI <https://doi.org/10.37884/1-2023/19>

Б.Ә. Әмірханов, А.Ж. Сағындықова*

*Алматынський университет энергетікі і зв'язі імені Гумарбека Даукеева,
г. Алматы, Республика Казахстан, bekariskhan@mail.ru*, a.sagyndikova@aues.kz*

**РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ТЕПЛИЦ ГОРОДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
РАЗЛИЧНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Аннотация

В данной статье представлены результаты светопропускания и тепловых потерь в поликарбонате и стекле, обычно используемых в качестве тепличных конструкций. Объект исследования – различные материалы покрытия теплиц, которыми являются стекло и поликарбонат. Цель работы заключалась в исследовании материалов для покрытия теплиц на основе следующих тем: рассмотрение материалов для теплиц, свойств полимеров и стекла, характеристик, устойчивости в условиях города Алматы. Актуальность данной статьи является исследованием замеров светопропускаемости и теплопотери материалов для покрытия теплиц. В качестве эксперимента для измерения светового потока использовался прибор *rag lighthouse*.

Задачи данной статьи:

1. Произвести расчеты количество теплопотерь теплиц сделанной из поликарбоната и стекла.
2. Определить светопропускаемую способность стекла и поликарбоната в условиях города Алматы.
3. Выявить более подходящий материал для теплиц.

В результате исследования был сделан вывод, что теплица сделанная из стекла опережает поликарбонат в светопропускании. Но проявила большую теплопотерю.

Совокупность преимуществ различных материалов позволяет предположить, что эти материалы можно будет использовать в больших масштабах в долгосрочной перспективе. Сравнение поликарбоната и стекла показало, что каждый тип материала для облицовки теплиц имеет свои уникальные достоинства и ограничения.

Ключевые слова: *стекло, материал, поликарбонат, светопропускаемость, теплопотеря, теплица, материал, теплопередача.*

Введение

Солнечное излучение является основным источником энергии для фотосинтеза, основного процесса, что в конечном итоге влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Наиболее важным источником излучения для фотосинтеза является PAR. В высоких широтах (например, в голландских) теплицах доступность света PAR часто ограничивает рост растений, эмпирическое правило заключается в том, что изменение доступного количества света для культуры на $\approx 1\%$ приводит к изменению урожайности на $\approx 0,8\%$. В голландских теплицах прилагаются значительные усилия для увеличения количества света PAR, попадающего в теплицы, включая регулярную очистку крыш.

Теплицы могут улучшить условия выращивания сельскохозяйственных культур для улучшения использования растительных ресурсов, что приводит к повышению эффективности использования растениями воды и питательных веществ. Это происходит за счет материалов инфраструктуры теплиц и снижения коэффициента пропускания света,

которые в значительной степени определяются характеристиками материалов покрытия теплиц.

Как использование сельскохозяйственных ресурсов, так и тепличная инфраструктура имеют большое значение для улучшения экологических показателей выращивания в теплицах.

Однако в процессе выбора материала покрытия для городской теплицы сосуществует множество технических требований и аспектов. При этом следует учитывать пропускаемость солнечного излучения, изоляционные свойства материалов, требования стандартов в зависимости от их применения, долговечность, вес или структурные потребности. Некоторые из этих аспектов, такие как коэффициент пропускания солнечного света, зависят от времени и специфичны для каждого материала покрытия и напрямую влияют на метаболизм теплицы в течение всего ее жизненного цикла (включая метаболизм растений и урожайность). С этой целью все потоки потребления ресурсов и их производное воздействие на окружающую среду, на единицу продукции, следует учитывать в течение всего срока службы теплицы, чтобы впоследствии сравнить связанные воздействия для каждого оцениваемого альтернативного материала покрытия. Когда это будет достигнуто, теплицы можно будет оптимизировать, чтобы обеспечить контролируемую среду, которая эффективно минимизирует затраты ресурсов, чтобы стимулировать рост растений и максимизировать урожайность.

Выбор материала покрытия теплицы сложен. Из этого решения вытекают многочисленные побочные эффекты и компромиссы, которые в конечном итоге влияют на тепличные культуры и их экологические характеристики. Задача состоит в том, чтобы узнать какой материал выгоднее использовать в городе Алматы. Обеспечение максимальной светопропускаемости и минимальная теплопотеря являются ключевыми свойствами материалов для покрытия теплиц и желаемой целью на всех широтах, особенно в осенне-зимний период.

Поскольку светопропускательная способность материала покрытия со временем снижается, важным является подход к рассмотрению жизненного цикла. Это позволит линейно распределить воздействие тепличной инфраструктуры на окружающую среду на ожидаемую урожайность томатов в течение оцениваемого периода времени. На основе этих характеристик, зависящих от времени, будут оцениваться различные сценарии замены материалов, чтобы свести к минимуму общее воздействие теплицы на окружающую среду.

В этой статье излагаются краткие исследования на тему выбора материала для теплиц в погодных условиях города Алматы. [1,2,3]

Материалы и методы

Расчеты и исследования были сделаны в городе Алматы и соответственно будут учитываться погодные условия города. Климатические показатели города: [4]

1. Расчетная температура наружного воздуха $t_n = -37$ °C;
2. Расчетная температура внутреннего воздуха $t_b = 26$ °C;
3. Продолжительность отопительного периода $z_{от} = 234$ сут;
4. Средняя суточная температура отопительного периода $t_{от} = -7,1$ °C;
5. Расчетная относительная влажность внутреннего воздуха $\phi_b = 70$ %.

Для расчета теплопотерь здания было выбрано 2 вида покрытий:

1. Поликарбонат сотовый по ГОСТ Р 56712-2015 толщиной 6 мм;
2. Стекло по ГОСТ 111-2014 толщиной 6мм.

Для моделирования и расчета были выбраны 2 реальных теплиц с разными покрытиями:

1. Стекло листовое тепличное – тепличный комплекс BRB APK, расположенный в индустриальной зоне, в городе Алматы;
2. Поликарбонат сотовый - тепличный комплекс Auroga Agro, расположенный в селе Елтай, близ города Алматы. [5]

Характеристики используемых материалов покрытия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели характеристики материала [6]

Характеристики материала	Стекло (4-6 мм)	Сотовый поликарбонат (6 мм)
Ударная стойкость, Дж	0,05 Дж	2,1 Дж
Срок службы	до 50 лет	не менее 10 лет
Вес, кг/м ²	10	1,3
Степень прозрачности, %	89-92	86
Коэффициент теплопередачи, Вт/м ² ·°С	5,8	3,7
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,72-1,0	0,14-0,2
Диапазон температуры применения, °С	-70+250	45 +120
Химическая стойкость	высокая	средняя
Эффект «линзы»	да	нет



а) Вид снаружи



б) Вид изнутри

Рисунок 1 – Тепличный комплекс BRB APK- полностью сделанный из стекла.

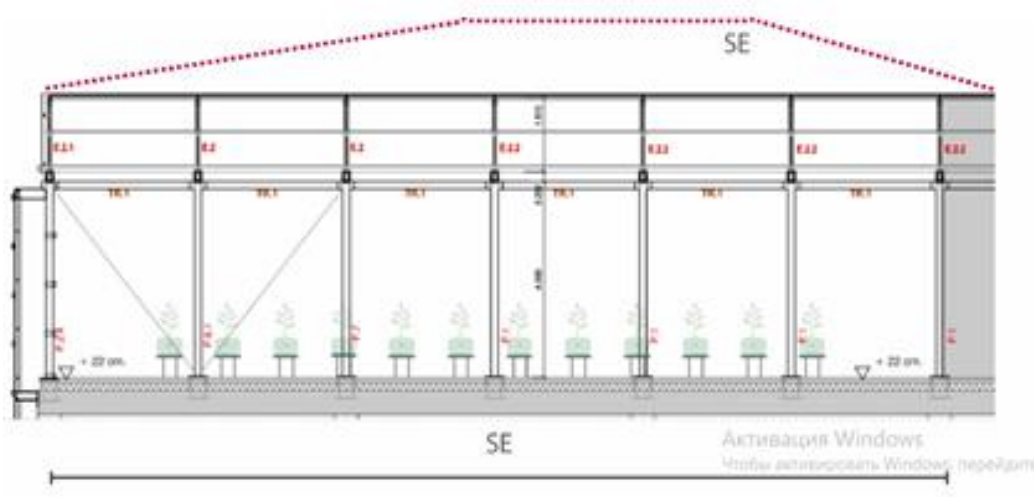


Рисунок 2 – План теплицы в разрезе

На рисунках 1 и 2 показан тепличный комплекс BRB APK сделанный из стекла.

Следующее, рассмотрим расчет теплопотерь теплицы для теплицы BRB APK (стекло). Большая доля - это потери через ограждения. Теплопотеря рассчитывается по формуле: [7]

$$Q_{\text{огр.}} = K_T \times S_{\text{огр}} \times (T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}}) \quad (1)$$

Площадь поверхности фрагмента ограждающей конструкции для расчета приведенного сопротивления теплопередаче S составляет: $S_{\text{огр}} = 10000 \text{ м}^2$;

K_T – коэффициент теплопередачи (Вт/м² град), стекло с металлическими балками - 6,4;
 $(T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}})$ – так называемая дельта T , разность температур внутри и снаружи теплицы
 Исходя из формулы рассчитываем теплопотерю для теплицы BRB АРК:

$$Q_{\text{огр.}} = 6,4 \times 10\,000 \times (30 - 25) \quad Q_{\text{огр.}} = 320 \text{ кДж}$$

На рисунке 3 показан фасад теплицы сделанный из поликарбоната. Теперь посчитаем теплопотери для тепличного хозяйства ТОО «Aurora Agro».



Рисунок 3 – Фасад теплицы из поликарбоната

Расчет теплопотерь для теплицы ТОО "Aurora Agro" также рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{огр.}} = K_T \times S_{\text{огр}} \times (T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}}) \quad (1)$$

Площадь поверхности фрагмента ограждающей конструкции для расчета приведенного сопротивления теплопередаче S составляет: $S_{\text{огр}} = 10\,000 \text{ м}^2$;

K_T – коэффициент теплопередачи (Вт/м² град), Сотовый поликарбонат - 3,3;
 $(T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}})$ – так называемая дельта T , разность температур внутри и снаружи теплицы.

Исходя из формулы рассчитываем теплопотерю для теплицы ТОО "Aurora Agro":

$$Q_{\text{огр.}} = 3,3 \times 10\,000 \times (30 - 25) \quad Q_{\text{огр.}} = 165 \text{ кДж}$$

Для правильного расчета теплопотерь расчеты будут производиться на площади 1 гектар для каждой теплицы.

Результаты и обсуждение

В этом исследовании использовался par lightmeter для измерения световой радиаций. PAR означает фотосинтетическое доступное излучение, то есть свет, попадающий в спектральный диапазон 400–700 нм. Единицей измерения пара является микромоль в секунду, сокращенно мкмоль /с. Эта единица показывает, сколько фотонов в спектральном диапазоне ФАР падает на растение каждую секунду. Поскольку PAR фактически показывает, какой свет падает на растение, а не только то, сколько энергии свет испускает, это очень полезное показание.

В качестве эксперимента проводились измерения светопропускаемости двух различных материалов для покрытия теплиц в тепличных комплексах BRB АРК и Aurora Agro с помощью

прибора par lighmeter. На рисунке 4 были сделаны реальные фотографии замера теплицы BRB APK построенной только со стеклом и тепличного хозяйства ТОО «Аурога Агро» сделанный из поликарбоната.



а) Теплица Aurora Agro

б) Теплица BRB APK

Рисунок 4 – Измерение светового потока через par lighmeter двух теплиц

Количество и качество света являются важными элементами в росте растений. Слишком много света может быть столь же вредным, как и слишком мало света. Распределение света также играет ключевую роль: в мире было доказано, что рассеянный свет повышает урожайность растений за счет снижения вероятности стресса растений, изменения морфологии растений и перехвата света

Для определения наилучшего варианта покрытия теплицы в условиях Алматы, проведены замеры светового потока – ежемесячно, которые показаны в таблице 2. [8,9,10]

Таблица 2 – Показатели измерение светового потока [11]

Месяц	Светопропускаемость из стекла мкмоль/с	Светопропускаемость из поликарбоната мкмоль/с
Январь	787	687
Февраль	802	702
Март	1050	950
Апрель	1750	1650
Май	1822	1722
Июнь	1906	1806
Июль	1985	1885

Продолжение таблицы 2

Август	1850	1750
Сентябрь	1835	1735
Октябрь	1060	960
Ноябрь	800	700
Декабрь	765	665

Из данной таблицы видно, что поликарбонат уступает по сравнению со стеклом по светопропускаемости. В связи с полученными результатами был сделан график, который показан на рисунке 5.

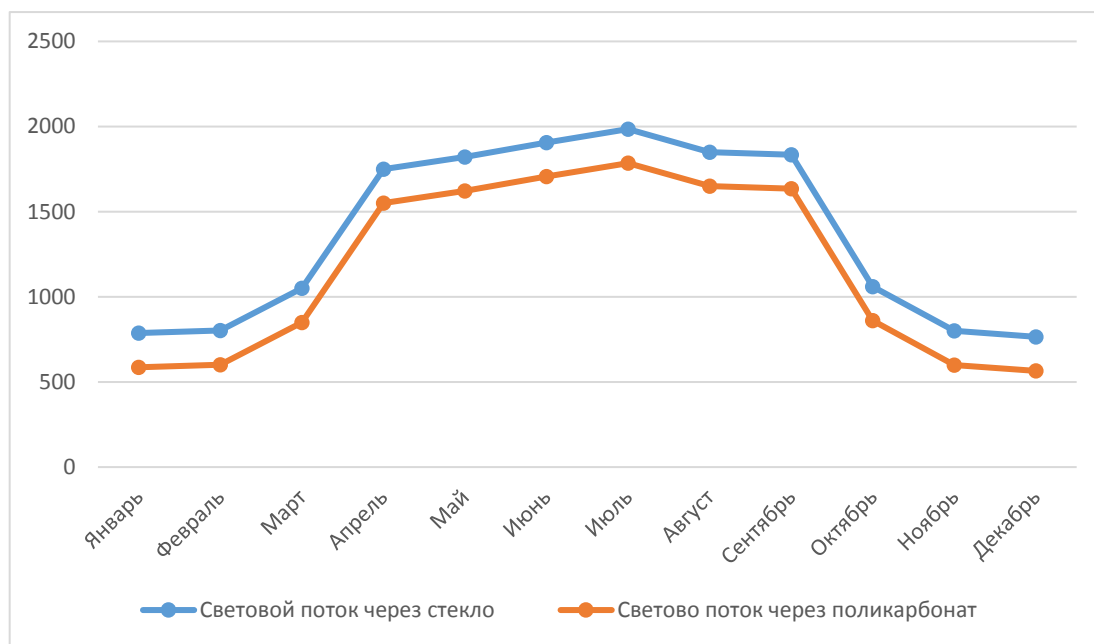


Рисунок 5 – Измерение светового потока в теплицах из стекла и поликарбоната

Выводы

Солнечное излучение является важным фактором роста растений и напрямую влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур и общие экологические показатели теплицы. Комплексный подход, описанный здесь, во многом зависит от потребности культур в освещении и цели выращивания в теплице. Для производителей, чтобы серьезно рассмотреть возможность использования этих материалов, требуется увеличенный срок службы. Важно отметить, что важно не только полное светопропускание. Поиск решений по этим темам составит значительную часть предстоящих исследований в этой области.

В статье приведены различные материалы покрытия теплиц материалы покрытия теплиц, подходящие для городского сельского хозяйства, для количественной оценки глобальных экологических характеристик получаемых урожаев с учетом соответствующей инфраструктуры. В исследовании демонстрировались реальные теплицы со стеклом и с поликарбонатом. Но именно, стекло показало большую теплопотерю и большое светопропускание чем поликарбонат. Поэтому рекомендуется использовать стекло для выращивания томатов, в то время как поликарбонатный материал может быть более подходящим для листовых культур, требующих меньшего количества солнечного излучения для роста.

Благодарность

Выражаем большую благодарность руководству тепличного комплекса по выращиванию овощей ТОО BRB АРК и тепличное хозяйство ТОО «Aurora Agro».

Список литературы

1. Joan Muñoz-Liesa, Eva Cuerva, Felipe Parada, David Volk, Santiago Gassó-Domingo, Alejandro Josa Thomas Nemecek; Urban greenhouse covering materials: Assessing environmental impacts and crop yields effects // Resources, Conservation and Recycling: Volume 186, November 2022, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106527>
2. Chrysanthos Maraveas; Environmental Sustainability of Greenhouse Covering Materials; Department of Civil Engineering, University of Patras, 26500 Patra, Greece; Sustainability 2019, 11(21), 6129; <https://doi.org/10.3390/su11216129>
3. Devinda Wijerathne, YouyunGong, ShailaAfroj, Nazmul Karim, Chamil Abeykoon; Mechanical and thermal properties of graphene nanoplatelets-reinforced recycled polycarbonate composites //International Journal of Lightweight Materials and Manufacture; Volume 6, Issue 1, March 2023, Pages 117-128; <https://doi.org/10.1016/j.ijlmm.2022.09.001>
4. Климат Алматы. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%90%D0%BB%D0%BC%D0%B0-%D0%90%D1%82%D1%8B, дата обращения [27.01.2023]
5. Ассоциация «Теплицы Казахстана» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://greenhouses.kz/association>, дата обращения [27.01.2023]
6. Стекло и поликарбонат: сравнение материалов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.plasticvsem.ru/sravnenie-stekla-polikarbonata/>, дата обращения [27.01.2023]
7. Расчет теплотерь теплицы [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://teplovoz.ua/blog/raschet-teploter-teplitsy.html>, дата обращения [27.01.2023]
8. Joan Muñoz-Liesa, Susana Toboso-Chavero, Angelica Mendoza Beltran, Eva Cuervac , Esteban Gallod, SantiagoGassó-Domingoc, Alejandro Josa; Building-integrated agriculture: Are we shifting environmental impacts? An environmental assessment and structural improvement of urban greenhouses // Resources, Conservation and Recycling, Volume 169, June 2021, 105526 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105526>
9. C. Maier, S.G. Chavan, C..C. Zhao, Y. Alagoz, C. Cazzonelli, O. Ghannoum, D.T. Tissue, Z-H. Chen: Light-altering cover materials and sustainable greenhouse production of vegetables: a review // Plant Growth Regul., 95 (2021), pp. 1-17, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00723-7>
10. Felipe Parada, Xavier Gabarrell, MartíRufi-Salís, VerónicaArcas-Pilz, Pere Muñoz, GaraVillalba; Optimizing irrigation in urban agriculture for tomato crops in rooftop greenhouses // Science of The Total Environment Volume 794, 10 November 2021, 148689; <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148689>
11. Must-Have Meters, Jennifer Zurko [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.growertalks.com/Article/?articleid=23990>, дата обращения [27.01.2023]

References

1. Joan Muñoz-Liesa, Eva Cuerva, Felipe Parada, David Volk, Santiago Gassó-Domingo, Alejandro Josa Thomas Nemecek; Urban greenhouse covering materials: Assessing environmental impacts and crop yields effects // Resources, Conservation and Recycling: Volume 186, November 2022, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106527>
2. Chrysanthos Maraveas; Environmental Sustainability of Greenhouse Covering Materials; Department of Civil Engineering, University of Patras, 26500 Patra, Greece; Sustainability 2019, 11(21), 6129; <https://doi.org/10.3390/su11216129>
3. Devinda Wijerathne, YouyunGong, ShailaAfroj, Nazmul Karim, Chamil Abeykoon; Mechanical and thermal properties of graphene nanoplatelets-reinforced recycled polycarbonate composites //International Journal of Lightweight Materials and Manufacture; Volume 6, Issue 1, March 2023, Pages 117-128; <https://doi.org/10.1016/j.ijlmm.2022.09.001>

4. Klimat Almaty. [EHlektronnyj resurs] Rezhim dostupa: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%90%D0%BB%D0%BC%D0%B0-%D0%90%D1%82%D1%8B, data obrashheniya [27.01.2023]
5. Assotsiatsiya «Teplitsy Kazakhstana» [EHlektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <https://greenhouses.kz/association>, data obrashheniya [27.01.2023]
6. Steklo i polikarbonat: sravnenie materialov [EHlektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://www.plasticvsem.ru/sravnenie-stekla-polikarbonata/>, data obrashheniya [27.01.2023]
7. Raschet teplopoter' teplitsy [EHlektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://teplovoz.ua/blog/raschet-teplopoter-teplitsy.html>, data obrashheniya [27.01.2023]
8. Joan Muñoz-Liesa, Susana Toboso-Chavero, Angelica Mendoza Beltran, Eva Cuervac, Esteban Gallod, Santiago Gassó-Domingo, Alejandro Josa; Building-integrated agriculture: Are we shifting environmental impacts? An environmental assessment and structural improvement of urban greenhouses // Resources, Conservation and Recycling, Volume 169, June 2021, 105526 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105526>
9. C. Maier, S.G. Chavan, C..C. Zhao, Y. Alagoz, C. Cazzonelli, O. Ghannoum, D.T. Tissue, Z-H. Chen: Light-altering cover materials and sustainable greenhouse production of vegetables: a review // Plant Growth Regul., 95 (2021), pp. 1-17, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00723-7>
10. Felipe Parada, Xavier Gabarrell, Martí Rufi-Salís, Verónica Arcas-Pilz, Pere Muñoz, Gara Villalba; Optimizing irrigation in urban agriculture for tomato crops in rooftop greenhouses // Science of The Total Environment Volume 794, 10 November 2021, 148689; <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148689>
11. Must-Have Meters, Jennifer Zurko [EHlektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://www.growertalks.com/Article/?articleid=23990>, data obrashheniya [27.01.2023]

Б.Ә. Әмірханов*, А.Ж. Сағындықова

Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, bekariskhan@mail.ru, a.sagyndikova@aes.kz*

ӘР ТҮРЛІ ЖАБЫНДАРДЫ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ ҚАЛА ЖЫЛЫЖАЙЛАРЫНЫҢ ЖЫЛУ ШЫҒЫНЫН ЕСЕПТЕУ

Аңдатпа

Бұл мақалада жиі жылыжай құрылысы ретінде қолданылатын поликарбонат пен шыныдағы жарықтың өтуі мен жылуды жоғалту нәтижелері көрсетілген. Зерттеу объектісі - шыны және поликарбонат болып табылатын жылыжайларды жабуға арналған әртүрлі материалдар. Жұмыстың мақсаты келесі тақырыптарға негізделген жылыжайларды жабуға арналған материалдарды зерттеу болды: жылыжай материалдарын қарастыру, полимерлер мен шыны қасиеттері, сипаттамалары, Алматы қаласы жағдайында тұрақтылық. Бұл мақаланың өзектілігі жылыжайларды жабуға арналған материалдардың жарық өткізгіштігі мен жылуды жоғалту өлшемдерін зерттеу болып табылады. Тәжірибе ретінде жарық ағынын өлшеу үшін par lighmeter құрылғысы қолданылды.

Осы мақаланың міндеттері:

1. Поликарбонат пен шыныдан жасалған жылыжайларда жылу жоғалту мөлшерін есептеу.
 2. Алматы қаласы жағдайында шыны мен поликарбонаттың жарық өткізгіштік қабілетін анықтау.
 3. Жылыжайға неғұрлым қолайлы материалды анықтау.
- Зерттеу нәтижесінде шыныдан жасалған жылыжай жарық өткізгіштігі бойынша поликарбонаттан алда деген қорытындыға келді. Бірақ ол үлкен жылулық көрсетті.
- Әртүрлі материалдардың артықшылықтарының жиынтығы бұл материалдарды ұзақ мерзімді перспективада кең ауқымда пайдалануға болатынын көрсетеді. Поликарбонат пен әйнекті салыстыру жылыжай жабынының әр түрінің өзіндік ерекше артықшылықтары мен шектеулері бар екенін көрсетті.

Кілт сөздер: шыны, материал, поликарбонат, жарық өткізу, жылу жоғалту, жылыжай, материал, жылу беру.

B. A. Amirkhanov*, **A. Zh. Sagyndikova**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, Republic of Kazakhstan, bekariskhan@mail.ru, a.sagyndikova@aes.kz*

CALCULATION OF HEAT LOSS OF GREENHOUSES IN THE CITY WHEN USING VARIOUS COATINGS

Abstract

This article outlines the results of light transmission and heat loss in polycarbonate and in glass, which are often used as greenhouse construction. The object of the study is various materials for covering greenhouses, which are glass and polycarbonate. The purpose of the work was to study materials for covering greenhouses based on the following topics: consideration of materials for greenhouses, properties of polymers and glass, characteristics, sustainability in the conditions of the city of Almaty. The relevance of this article is the study of measurements of light transmission and heat loss of materials for covering greenhouses. As an experiment, a par lighmeter device was used to measure the luminous flux.

The objectives of this article:

1. Calculate the amount of heat loss in greenhouses made of polycarbonate and glass.
2. Determine the light transmission ability of glass and polycarbonate in the conditions of the city of Almaty.
3. Identify a more suitable material for greenhouses.

As a result of the study, it was concluded that a greenhouse made of glass is ahead of polycarbonate in light transmission. But she showed great warmth.

The sum of the advantages of different materials suggests that these materials can be used on a large scale in the long term. A comparison of polycarbonate and glass has shown that each type of greenhouse cladding material has its own unique advantages and limitations.

Key words: glass, material, polycarbonate, light transmission, heat loss, greenhouse, material, heat transfer.

МРНТИ 70.85.39

DOI <https://doi.org/10.37884/1-2023/20>

Е.К. Әуелбек¹, Е. Саркынов^{1}, А. Радзевичус², Ш. Капар¹, Ұ.Қ. Оңласын¹*

¹ *НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет»,
г. Алматы, Казахстан, auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz,
yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz*, kapar.shekarban@kaznaru.edu.kz,
ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz*

² *Сельскохозяйственная академия Университета Витутааса Магнуса, г. Каунас,
Литва, zua@vdu.lt*

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВСАСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДВИЖНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ КОЛОДЦЕВ

Аннотация

Научная статья направлена на исследование технологии очистки шахтных колодцев с использованием гидравлического метода размыва, удаления грунтовых отложений и грейферного метода удаления посторонних предметов для передвижной установки. Данная установка обеспечивает выполнение всех технологических операций и улучшение технологических параметров установки – увеличение производительности в 1,2 – 1,3 раза. Дан краткий обзор предшествующих исследований по восстановлению дебита шахтных колодцев