**Кожушко Григорій Мефодійович. Енергоекономічні джерела світла: шляхи підвищення світлової ефективності та екологічності: дис... д-ра техн. наук: 05.09.07 / Харківська національна академія міського господарства. - Х., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Кожушко Г. М. Енергоекономічні джерела світла: шляхи підвищення світлової ефективності та екологічності. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.07 – світлотехніка та джерела світла. – Харківська національна академія міського господарства, Харків, 2004.  Дисертація присвячена проблемі підвищення світлотехнічної ефективності, екологічності та надійності джерел світла. Узагальнено результати досліджень фізико-хімічних процесів, які впливають на світлові параметри та надійність на стадіях виробництва та експлуатації ламп, розвинуто засади конструювання енергоекономічних джерел світла з покращеними екологічними характеристиками; на основі проведених досліджень розроблено серії малопотужних безртутних натрієвих ламп високого тиску, металогалогенних розрядних ламп, низьковольтових галогенних ламп розжарювання, технологічні процеси та обладнання для виробництва енергоекономічних розрядних ламп. Сформульовані основні положення концепції розвитку енергозберігаючого освітлення та організаційно-технічні заходи по попередженню забруднення навколишнього середовища ртутними лампами. | |
| |  | | --- | | 1. На основі виконаних досліджень та конструкторсько-технологічних розробок вирішена важлива науково-технічна проблема – створені нові та вдосконалені існуючі енергоекономічні джерела світла, покращені їх екологічні параметри, узагальнені науково-технічні основи розробки енерго- та ресурсозберігаючих ламп, розроблені основні положення концепції розвитку енергоекономічного та екологічнобезпечного освітлення в Україні. 2. Встановлено, що найбільш вагомий фактор підвищення ефективності та екологічності штучного освітлення є підвищення техніко-економічних та екологічних параметрів джерел світла. З точки зору енергетичної ефективності, найбільш перспективними є розрядні лампи високого тиску (НЛВТ та МГЛ), розрядні лампи низького тиску (лінійні та компактні) та галогенні лампи розжарювання. 3. По НЛВТ отримані наступні результати:    * + розроблена методика та проведені дослідження залежностей світлових та електричних параметрів пальників з натрій-ксеноновим наповненням в межах зміни тиску 50-300 мм.рт.ст. для парів Na та 0,24103 мм.рт.ст. для *Хе*. Показано, що при збільшенні тиску парів Na світлова віддача зростає, досягає максимуму в межах РNa 150250 мм.рт.ст. і повільно спадає. Світлова віддача ламп при підвищенні тиску ксенону зростає за лінійним законом. Ступінь самопоглинання D-ліній натрію Dl в досліджуваному інтервалі лінійно збільшується з підвищенням тиску Na і Хе;      + встановлено, що в діапазоні питомих навантажень 8-30 Вт/см2 для розрахунку частки потужності, що витрачається на нагрівання оболонки розрядної трубки БНЛВТ апроксимується лінійною залежністю від питомої потужності стовпа розряду і може бути використано співвідношення, одержане для *Na-Хе-Нg-*ламп середньої потужності. Показано, що для ламп малої потужності, які працюють з високими *аСТ* питомі навантаження не повинні перевищувати 13-15 Вт/см2;      + розроблено рекомендації щодо розрахунку і конструювання безртутних ламп малої потужності: для забезпечення параметрів, оптимальних з точки зору теплового і електричного режимів, стабільності і надійності роботи доцільно підвищити значення робочих струмів у порівнянні з ртутними НЛВТ (50 Вт – до 11,2 А, 70 Вт – до 1,2 А, 100 Вт – до 1,51,8 А) при напрузі на лампі 60-70 В, і зменшити міжелектродні відстані, за яких забезпечується коефіцієнт імпульсу перезаймання не більше 1,8. Розроблено серію БНЛВТ потужністю 35-70 Вт;      + експериментально встановлено, що НЛВТ з сапфіровими пальниками, в порівнянні з полікоровими, мають на 711 % вищу світлову віддачу, більш високу стабільність світлового потоку і менший ріст напруги Uл в процесі експлуатації.      + вдосконалений спосіб отримання вольфрамового струмопровідного покриття на полікорі шляхом пропитки попередньо спеченої кераміки із Al2O3 водноаміачним розчином вольфрамату амонію з подальшим остаточним відпалом в атмосфері водню при температурі 1860 оС. При цьому утворюється полікристалічна структура Al2O3 і відновлення солей вольфраму до чистого металу. Спосіб захищений патентом СРСР;      + розроблені конструкції стартерів для НЛВТ та МГЛ на основі металів з “пам’яттю” форми, які мають більш потужний імпульс (в 1,5-3 рази) та надійність при довготривалих теплових і механічних перевантаженнях в порівнянні з стартерами з біметалевими елементами. Розроблені конструкції натрієвих ламп з вмонтованим термомеханічним стартером та допоміжними запалюючими електродами. Розробки захищені патентами СРСР та Росії;      + розроблені вдосконалені конструкції та технології виробництва пальників НЛВТ, на основі яких створено серію ламп потужністю 70-400 Вт; 4. Дослідження та розробки по МГЛ:    * + отримані експериментальні залежності співвідношень геометричних параметрів пальника (довжини дуги і діаметру трубки) і кількості ртуті в пальнику, при яких не виникає конвективної нестабільності розряду. Встановлена емпірична залежність між електричними параметрами (Uл), геометричними розмірами пальника (*l i d*) та масою ртуті m, яку необхідно вводити для забезпечення заданої величини Uл;      + показано, що значне розшарування випромінювання в дузі МГЛ має місце для елементів добавок з невеликою атомною вагою і високим ступенем іонізації в дузі. Підвищення тиску буферного газу, збільшення в дузі концентрації добавки, що піддана розшаруванню, чи введення більш легкоіонізованої, що служить донором електронів, послаблює цей процес. За рахунок зменшення розшарування можна підвищити світлотехнічні параметри на 15-20 %;      + уточнені методи інженерних розрахунків параметрів металогалогенних ламп високого тиску з використанням методу поправок;      + oтримані експериментальні залежності світлових та електричних параметрів для МГЛ з натрій-скандієвим наповненням при градієнтах напруги 28-35 В/см, питомих навантаженнях на кварцову трубку 9-22 Вт/см2 та різних значеннях *Uл/Uм*. Показано, що при температурі холодної зони 730 оС світлова віддача МГЛ з електромагнітним дроселем (*Uм*=380 В, *Uл/Uм*»0,45) досягає 100-120 лм/Вт. Розроблена серія МГЛ потужністю 300-700 Вт для роботи в мережах 380 В. 5. Дослідження та розробки по підвищенню техніко-економічних та екологічних параметрів люмінесцентних ламп:    * + на основі математичної моделі дифузії ртуті в люмінесцентній лампі показано, що на початку процесу (початку випаровування краплі ртуті) густина парів зростає і прямує до лінійного розподілу в лампі від місця випаровування. Після повного випаровування ртуті густина її парів вирівнюється і прагне до постійної величини – густини при температурі холодної зони лампи. Час встановлення постійної густини дорівнює сумі часу випаровування крапель ртуті і часу вирівнювання густини. Вирівнювання густини парів ртуті відбувається у часі за експоненційним законом*;*      + розроблений спосіб визначення кількості ртуті в трубчастій люмінесцентній лампі, що основується на врівноваженні частин лампи під час переміщення всієї вільної ртуті в лампі з одного кінця лампи в інший шляхом створення температурного градієнту вздовж лампи, та спосіб вимірювання маси ртуті в лампі низького тиску, оснований на залежності величини електричного опору лампи в процесі її нагрівання від кількості вільної ртуті в лампі;      + розроблені пристрої для дозування ртуті в рідкому та газоподібному стані. Технічні рішення захищені А.С. СРСР, патентами РФ та України;      + розроблені рецепти приготування екологічно чистих люмінофорних суспензій для розрядних ламп високого та низького тисків на основі водорозчинних полімерів; для підвищення агрегативної стійкості суспензії запропоновано застосовувати високодисперсні стабілізатори (100-380 м2/г). Розробки захищені А.С. СРСР;      + на підставі виконаних досліджень по КЛЛ показано: КЛЛ з цоколями Е27 та Е14 для прямої заміни ЛЗП менш ефективні, ніж КЛЛ зі спеціальними цоколями; існуючі світильники для ЛЗП є не ефективними для КЛЛ як з погляду теплового режиму, так і з погляду світлорозподілу потоку. Для зменшення залежності світлового потоку від температури навколишнього середовища більш перспективними є конструкції з регульованим тиском парів ртуті (наприклад, з амальгамами ртуті);      + розроблено та впроваджено в виробництво серію ресурсозберігаючих люмінесцентних ламп в колбі діаметром 32 мм (замість 38 мм) потужністю 20-40 Вт; 6. Дослідження та розробки по ГЛР НН:    * + запропоновано розрахунок багатошарового інтерференційного покриття для відбивачів ГЛР. Показано, що смугу пропускання ІЧ-випромінювання на рівні 60%, починаючи з 0,740,8 мкм можна отримати з 2-х базових семишарових покриттів на основі кріоліту та сірчаного цинку з узгоджуючим шаром з кріоліту товщиною 0,1l. Розроблена експериментальна технологія нанесення інтерференційних покриттів на скло методом напилення в вакуумі. Коефіцієнт відбивання інтерференційних покриттів в зоні максимального значення кривої видності (l=0,55 мкм) перевищує 0,98;      + розроблено конструкції та технологію виготовлення ГЛР НН потужністю 20-60 Вт;      + досліджені пускові режими ГЛР НН при роботі з різними типами обмежуючих пристроїв: трансформаторів, терморезисторів, електронних блоків живлення. Показано, що електронні пристрої дозволяють забезпечити пусковий режим з мінімальними кидками струму (Іmax/Іном менше 2 раз) і є найбільш перспективним з точки зору ККД, стабільності вихідної напруги і інших функціональних можливостей. Розроблено пристрій для живлення ГЛР НН. Технічне рішення захищене патентом України. 7. Дослідження та розробки по запобіганню забруднення навколишнього середовища при виробництві, експлуатації та утилізації ртутних ламп:    * + запропонований метод оцінки екологічності джерел світла по порівнянні викидів шкідливих речовин при їх виробництві, генерації ними світлової енергії та їх утилізації. Введено поняття коефіцієнта рівня екологічності, мгHg/лмгод. Проведено дослідження екологічності основних груп ламп загального призначення – ламп розжарювання, ЛЛ, ДРЛ, МГЛ та НЛВТ;      + розроблені технологічні режими демеркуризації ртутних ламп термічним способом, який забезпечує залишковий вміст ртуті в склобої не вище 1,510-5% (при початковому більше 10-3%). Розроблена технологія демеркуризації та переробки НЛВТ, згідно до якої склоцемент, за допомогою якого керамічні втулки і ніобієві вводи закріплені в полікоровій трубці, розчиняються в кислоті. З відпрацьованого розчину кислоти виділяються іони ртуті шляхом реакції розчину з гідроксилом аміаку. Технічне рішення захищене патентами України та Російської Федерації;      + розроблено технології використання відходів електролампового виробництва: виробництва піноскла; регенерації цоколів розрядних ламп з метою їх повторного використання, або використання кольорових металів з їх корпусів; регенерації полікорових трубок і втулок шляхом розчинення склоцементу (який їх з’єднує) в суміші кислот; технологію регенерації ламп високого тиску (ДРЛ, МГЛ) суть якої в заміні пальника, що вийшов ладу, встановленні в зовнішній колбі лампи газопоглинача та відновленні герметичності колби по місцю розрізу високотемпературними клеями та ін. 8. Досліджена енергетична ефективність основних груп джерел світла загального призначення. Введено поняття відносної енергетичної ефективності за повний термін експлуатації ламп. Найбільш ефективними є НЛВТ та лінійні ЛЛ. Розроблені заходи, які забезпечують економію електроенергії на освітлення. Основним резервом економії є заміна парку світильників з потужними ЛР на світильники з енергоекономічними розрядними лампами. | |