

Э. Г. БАТЫРБЕКОВ

КСЕНОНОВЫЕ ЯДЕРНО-ОПТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

1. Введение. Существуют два возможных пути преобразования ядерной энергии в энергию когерентного оптического излучения: прямая и комбинированная ядерные накачки. Прямая ядерная накачка - это такой способ преобразования ядерной энергии, когда энергия ядерных реакций непосредственно идет на ионизацию и возбуждение атомов и молекул буферного газа, а затем трансформируется в цепочке плазмохимических процессов в инверсию заселеностей и когерентное излучение. При комбинированной ядерной накачке энергия ядерных реакций расходуется на ионизацию активной лазерной среды, а накачка осуществляется электрическим разрядом [1].

В настоящей работе рассматривается концепция одновременного использования как прямой, так и комбинированной ядерных накачек ядерно-оптических преобразователей на атомарных переходах ксенона, что позволит использовать преимущества и устраниить недостатки обоих вышеописанных вариантов. В дополнение к лазерному излучению, для ряда различных приложений можно использовать ядерно-возбуждаемые источники спонтанного излучения. Основное преимущество ядерно-возбуждаемых источников спонтанного излучения по сравнению с лазерами с ядерной накачкой – простота конструкций. Причем спонтанное излучение можно получать из лазерной кюветы с узкополосными диэлектрическими зеркалами при подпороговых потоках нейтронов. Ниже описываются наши достижения в преобразовании ядерной энергии в энергию оптического излучения при использовании ядерно-возбуждаемой активной среды Ar-Xe.

2. Ядерно-возбуждаемая лампа. Одной из особенностей спектра люминесценции лазерной смеси Ar-Xe является сильные широкополосные излучения, которые впервые были исследованы при возбуждении электрическим разрядом (давление смесей до 10 Тор) [2]. Наблюдались пять полос, обозначенные А (с максимумом при $\lambda=329$ нм), В ($\lambda=346$ нм), С ($\lambda=349$ нм), D ($\lambda=508$ нм), Е ($\lambda=545$ нм), приписанные переходам ионной гетероядерной молекулы ArXe^+ , причем, А и D полосы излучаются с состояния с пределом диссоциации $\text{Ar}^+(^2\text{P}_{1/2})+\text{Xe}(^1\text{S}_0)$, а В, С и Е - с состояния,

диссоциирущего на $\text{Ar}^+(^2\text{P}_{3/2})+\text{Xe}(^1\text{S}_0)$. Эти полосы были сравнимы в условиях эксперимента [2] по интенсивности. В условиях наших экспериментов [3] наблюдалась полосы А и D, отсутствовали полосы В, С и Е (или, по крайней мере, на три порядка уступали полосе А), что связано в первую очередь с различием механизма возбуждения и указывает на то, что при ионизации аргона жестким ионизатором преимущественно образуются ионы в состоянии $\text{Ar}^+(^2\text{P}_{1/2})$ или при высоком давлении газа происходит быстрая релаксация состояний атомарных или молекулярных ионов, обеспечивающих излучение в полосах В, С и Е. Обнаруженная нами одинаковая зависимость интенсивности полос А и D от давления ксенона в смеси подтверждает вывод, о том, что они излучаются с одного уровня. Интенсивность полосы D приблизительно в 17 раз слабее интенсивности полосы А (интенсивность определялась в фотонах/с).

Отношение мощности излучения в полосе А к вложенной в газ мощности (η_A) определялась из сравнения с интенсивностью второй положительной системы азота в смеси $\text{Ar}+\text{N}_2$. Для смеси Ar-Xe(30 Тор) при общем давлении смеси 1,5 Атм измеренное значение η_A составило $\sim 5\%$. Большая величина η_A свидетельствует о высокой эффективности процессов образования ионной гетероядерной молекулы ArXe^+ и устойчивости возбужденного состояния молекулы, с которого излучаются полосы 329 и 508 нм. Высокая селективность возбуждения полос 329 нм и 508 нм смеси Ar-Xe в сочетании с отсутствием наработки стабильных химических соединений в процессе облучения указывает на возможность использования гетероядерных молекул ArXe^+ в качестве рабочего вещества ядерно-возбуждаемого источника некогерентного оптического излучения.

3. Лазер с прямой ядерной накачкой. В настоящее время генерация с прямой ядерной накачкой получена на шести различных переходах системы 5d-6p переходов атома ксенона. Наиболее интенсивными из них являются переходы с длинами волн 1.732, 2.026 и 2.652 мкм. В качестве источников накачки использовались продукты ядерных реакций $^{235}\text{U}(\text{n},\text{f})\text{F}$ и $^3\text{He}(\text{n},\text{p})\text{T}$ [1].

Совместно с сотрудниками Иллинойского университета нами была впервые получена генерация на 5d-6p переходах XeI с $\lambda = 1,73$ мкм с возбуждением продуктами ядерной реакции [4]:



Эксперименты проводились на реакторе TRIGA Иллинойского университета США. Эксперименты проводились при работе реактора в импульсном режиме со следующими параметрами: пиковая мощность - 1600 МВт, пиковое значение потока тепловых нейтронов $2,5 \times 10^{15}$ н/см²·с, длительность нейтронного импульса на полу-высоте 12,1 мс. Генерация была получена на 5d[3/2]₁-6p[5/2]₂ переходе атома ксенона с длиной волны 1,73 мкм на смеси Ar-Xe. Осциллограмма сигнала генерации и импульса нейтронов показана на рис. 1. В экспериментах использовался резонатор с диэлектрическими зеркалами с коэффициентами отражения 99,9 и 90,0% на длине волны 1,73 мкм. Генерация возникала при потоке тепловых нейтронов 7×10^{14} нейтронов/(см²·с), что соответствует значению удельной мощности накачки 2,6 Вт/см³. При использовании резонатора с нулевыми потерями значение порогового потока нейтронов составляло 1×10^{14} н/(см²·с) или 0,44 Вт/см³, что хорошо согласуется с результатами экспериментов других исследователей, использовавших в качестве источника накачки ²³⁵U [5].

4. Лазер с комбинированной ядерной накачкой. Возможность работы электроионизационного лазера на атомарных переходах ксенона с ионизацией активной среды электронным пучком с низкой плотностью тока $j = 0,013 \div 1,7$ А/см² была продемонстрирована в [6]. Нами была впервые продемонстрирована возможность реализации такого метода накачки при использовании стационарного ядерного реактора с уровнем ионизации, соответствующим более низким плотностям тока ≤ 1 мА/см² при ионизации электронным пучком [7].

Эксперименты проводились со смесью Ar - Xe на описанной в [7] внутриреакторной установке. В качестве источника заряженных частиц для предионизации смеси использовались слои урана, которые наносились на наружные электроды. Генерация имела место в течение первого и второго полупериодов разрядного тока, т.е. на протяжении всего импульса накачки. Зависимости выходной энергии лазера с $\lambda = 1,73$ мкм от за-

данного напряжения на накопительных конденсаторах при разных потоках тепловых нейтронов $10^{14} \div 10^{13}$ н/(см²·с) (что соответствует по энерговкладу ионизации электронным пучком с плотностью $\sim 1 \div 0,1$ мА/см² соответственно) показаны на рис. 2. Как видно, при ионизации лазерной среды потоком нейтронов 3×10^{13} н/(см²·с) в области зарядного напряжения 20 кВ наблюдается насыщение энергии генерации. При ионизации потоком нейтронов 10^{14} н/(см²·с) и зарядных напряжениях ~ 20 кВ насыщения генерации не достигается, что указывает на возможность улучшения характеристик лазера с дальнейшим увеличением зарядного напряжения. Максимальное полученное значение энергосъема при потоке нейтронов 10^{14} н/(см²·с) и зарядном напряжении 20 кВ составляет $\sim 0,1$ Дж/л при КПД $\sim 0,1 \div 0,2$ % от вложенной в газ энергии.

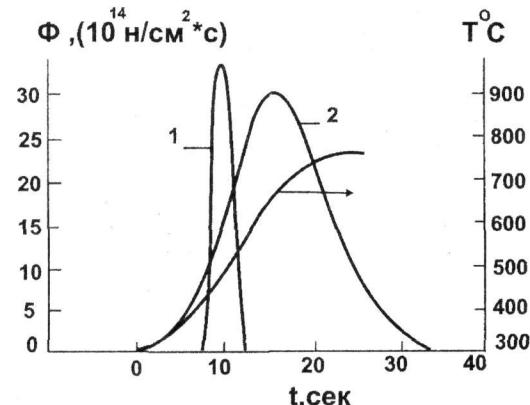


Рис. 1. Осциллограмма сигнала генерации (1) и импульса нейтронов (2). Температура газовой среды (правая шкала)

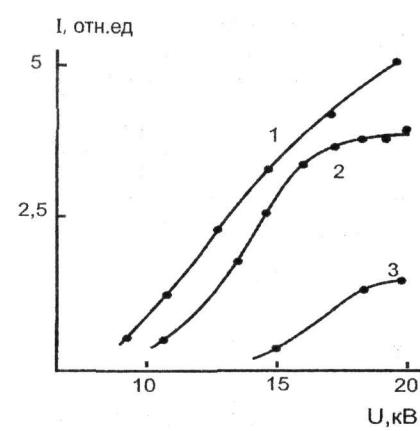


Рис. 2. Зависимость интенсивности импульса генерации от напряжения на накопительных конденсаторах. Смесь Ar : Xe = 100 : 1. 1 - $\Phi_r = 1 \times 10^{14}$ н/(см²·с); 2 - $\Phi_r = 3 \times 10^{13}$ н/(см²·с); 3 - $\Phi_r = 1,5 \times 10^{13}$ н/(см²·с)

Полученные выходные характеристики лазера не являются предельными. Экстраполяция достигнутых значений в сторону повышения потока тепловых нейтронов ($\Phi_t > 1 \times 10^{14}$ н/(см²·с)) по зависимости КПД и выходной энергии лазера с предыонизацией электронным пучком от плотности тока ($j = 0,013 \div 1,7$ А/см²) [6] дает следующие величины КПД и удельного энергосъема при $\Phi_t \sim 10^{15} \div 10^{16}$ н/(см²·с) $\sim 1 \div 2\%$ и ~ 2 Дж/л соответственно.

5. Заключение. При типичных геометрических размерах лазерных трубок: диаметр 3 см, длина 60 см, при характеристиках для стационарных ядерных реакторов потоках тепловых нейтронов, можно извлечь из активной зоны ядерного реактора до 2 кВт непрерывного светового потока на длине волны $\lambda = 329$ нм, и, при необходимости, 120 Вт - на длине волны $\lambda = 508$ нм. Понятно, что при увеличении количества лазерных трубок в активной зоне ядерного реактора, пропорционально увеличивается интегральный извлекаемый световой поток излучения гетероядерных молекул ArXe⁺. Причем не когерентное излучение можно извлекать из той же лазерной трубки, из которой получается так же и лазерное излучение при достижении потока тепловых нейтронов своего порогового значения. В качестве резонатора можно использовать диэлектрические зеркала с отражением в ближнем ИК диапазоне в районе длин волн генерации лазера с ядерной накачкой. Лазерная трубка может быть так быть снабжена парой электродов для получения генерации с комбинированной ядерной накачкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батыrbеков Э.Г. К вопросу преобразования энергии ядерных реакций в лазерное излучение // Вестник НЯЦ РК. 2008. №3. С. 1-28.
2. Бойченко А.М., Тарасенко В.Ф., Фомин Е.А., Яковленко С.И., Широкополосные континуумы в инертных га-

зах и их смесях с галогенами // Квантовая электроника. 1993. Т. 20, вып. 1. С. 7-30.

3. Батыrbеков Э.Г., Батыrbеков Г.А., Тлеужанов А.Б., Хасенов М.У. Молекулярная полоса в спектре излучения смеси Ar-Xe // Оптика и спектроскопия. 62, 1, 212-214, 1987.

4. Батыrbеков Э.Г., Полетаев Е.Д., Сузукি Е., Майли Дж. Ar-Xe лазер с длиной волны 1.73 мкм накачиваемый продуктами ядерной реакции B10(n, α)Li7 // Труды Международной конференции «Физика ядерно-возбуждаемой плазмы и лазеров с ядерной накачкой». Арзамас-16. Т. 1, 329-333, 1994.

5. Magda Э.П. Анализ результатов экспериментальных исследований ЛЯН, выполненных во ВНИИТФ // Труды конференции ЛЯН-92, г. Обнинск, 1992. Т. 1. С. 65.

6. Басов Н.Г., Баранов В.В., Данилычев В.А. и др. О возможности создания импульсно-переодического электроионизационного лазера большого объема на ИК переходах атома Xe с удельной мощностью 0.5-1 Вт/см³ // Квантовая электроника. 1986. Т. 13, № 8. С. 1543-1544.

7. Батыrbеков Г.А., Батыrbеков Э.Г., Данилычев В.А., Хасенов М.У. Исследование лазеров на атомарных переходах инертных газов в поле излучения стационарного ядерного реактора и с радиоизотопной предыонизацией // Тезисы докладов I-ой конференции «Физика ядерно-возбуждаемой плазмы и лазеры с ядерной накачкой», г. Обнинск, 1992. 157 с.

Резюме

Тікелей әдіспен сонымен бірге комбинациялы әдіспен ядролық толтырулар ядролы-оптикалық түрлендіргіштерді бір уақытта пайдалану концепциясы қарастырылады. Лазерлі сөулеге косымша ядролы-қозғыш көздердің спонтанды сөулеленуін пайдалануы ұсынылды. Ядролық қуаттың оптикалық ядролы-қозғыш Ar-Xe белсенде ортасын пайдаланып когерентті және когерентсіз сөулелерге түрлену жетістіктері көрсетілген.

Summary

The concept of simultaneous use both direct and combined nuclear pumping of nuclear-optical transformers is considered. Nuclear-excited sources of spontaneous irradiation are proposed to be used in addition to laser irradiation. Results of transformation of a nuclear energy to energy of optical coherent and non-coherent irradiation are described at application of nuclear-excited Ar-Xe active media.

УДК: 539.196; 535.37

Поступила 26.08.08г.

A. M. РАХМЕТОВА

ОТРАСЛЕВОЙ АСПЕКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БАНКОВСКОГО И РЕАЛЬНОГО СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ

Отраслевая специфика предприятия накладывает отпечаток на все остальные аспекты деятельности предприятия: влияет на антикризисный, финансовый, инвестиционный и кредитный потенциал. Так называемые факторы «срединного слоя», каковыми являются отраслевые факторы, предопределяют взаимодействие кредитных учреждений с предприятиями реального сектора экономики [1]. Процесс диверсификации достаточно видоизменяет их облик, так как происходит расширение объектов деятельности, концентрация производства на межотраслевом уровне. Однако отраслевые особенности остаются наиболее важным фактором формирования механизма взаимодействия предприятий и банков: финансовое состояние фирмы во многом определяется спецификой отрасли, к которой она относится, что обуславливает, в свою очередь, специфику взаимодействия кредитных учреждений и предприятий. Кроме того, отраслевые особенности предприятий необходимо учитывать при рейтинговой оценке предприятий в банковской деятельности. Как показывает практика, при оценке потенциального заемщика выбор банков падает на такие отрасли, как торговля, пищевая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлургия. При этом банковские приоритеты в области обслуживания предприятий во многом определяются уровнем и динамикой спроса в отдельных отраслях. Соответственно верхние позиции в банковских рейтингах занимают отрасли с высоким и быстро растущим спросом: пищевая промышленность, электроэнергетика, строительство и др. К числу приоритетных потенциальных клиентов банки относят и те отрасли, которые обеспечены государственными заказами: фармацевтика, машиностроение, строительство, сельское хозяйство, легкая промышленность и др.

По возможности интеграции банковского и промышленного капитала посредством долгосрочного кредитования экспертами выделяются условно три группы отраслей:

– К первой группе отраслей, стимулирование привлечения в которые кредитныхложений банков либо целесообразно, либо носит сугубо

точечный и избирательный характер, относятся, например, большинство отраслей топливно-энергетического комплекса, поскольку эти отрасли отличаются сравнительно медленной окупаемостью инвестиционных проектов.

– Ко второй группе отраслей относятся отрасли обрабатывающей промышленности, предприятия которых, в основном, используют импортное сырье и комплектующие. Интеграция банковского и промышленного капитала в этой группе отраслей существенно лимитирована зачастую неудовлетворительным финансовым состоянием вследствие неконкурентоспособности выпускаемой ими продукции и сужения экспортной составляющей.

– К третьей группе отраслей относятся наиболее конкурентоспособные предприятия нефтехимической, металлургической, фармацевтической промышленности, машиностроения и производства стройматериалов [2].

На сегодняшний день представители банковского сектора ужесточили требования к своим потенциальным клиентам в лице предприятий реального сектора, поскольку сам рисковый характер деятельности банков второго уровня вынуждает последних производить тщательный отбор клиентов не только по их экономическому и финансовому состоянию, но и в разрезе состояния и отрасли поставщика и отрасли дебитора, а также по типам и видам контрактов, которые предъявляются поставщиками в подтверждение основательности денежного требования.

Влияние отраслевой специфики предприятий реального сектора на уровень взаимодействия между сторонами можно проследить в ходе анализа структуры кредитных вложений банков второго уровня в разрезе отраслей (табл. 1). Как свидетельствуют данные таблицы, объем кредитных вложений в отрасли экономики Казахстана за анализируемый период 2003-2007 гг. увеличился на 6 268 360 млн. тенге, составив на конец периода 7 242 981 млн. тенге. Несмотря на значительный рост кредитных вложений за исследуемый период (в 7 раз), банки, по-прежнему, отдают предпочтение кредитованию непроизводственно-го сектора и индивидуальной деятельности, а