

# **Разработка эффективных химических методов управления горением, взрывом и детонацией газов на основе развития теории этих процессов**

*член-корреспондент РАН В.В. Азатян*  
*Лаборатории ценных и гетерофазных процессов*  
**ИСМАН**

Решена важная научно-техническая задача: разработана теория неизотермических цепных процессов, и на этой основе созданы эффективные химические методы управления горением, взрывом и детонацией газов, в том числе, обеспечения взрывобезопасности, применимые в объектах стратегического значения.

В этом цикле исследований обращено внимание на то, что большое число фундаментальных закономерностей горения и взрыва газов не возможно объяснить в рамках классических представлений (тепловой теории), представляющих химический процесс как одностадийную, не цепную реакцию. Саморазогрев же рассматривается как единственная причина горения. Выявлен характер химических реакций, лежащих в основе газофазных процессов горения. Показано, что вопреки сложившимся представлениям, разветвленно-цепной механизм реакций, конкуренции разветвления и обрыва реакционных цепей определяет все основные наблюдаемые закономерности газофазных процессов горения и взрыва не только при давлениях в сотни раз ниже атмосферного давления, но также при любых высоких давлениях в любом температурном режиме процесса. Ведущая роль цепной лавины выявлена также в стационарной детонационной волне и при начальных температурах, достигающих тысячи кельвин.

Основные положения теории подтверждаются результатами эксперимента и математического моделирования, использующего табличные значения констант скорости и молекулярно-тепловых параметров. На основе теории получило объяснение большое число наблюдаемых фундаментальных закономерностей горения, взрыва и детонации, не находивших объяснения ранее. Это – прежде всего, сам факт протекания этих быстрых процессов,

невозможных без реализации цепной лавины, которую ранее игнорировали и отрицали. Получили объяснение также сильное влияние малых примесей на горение, взрыв и детонацию, скачкообразный характер перехода процесса из одного режима в другой, концентрационные пределы распространения пламени и детонации, чрезвычайно сильная, не аррениусовская зависимость скорости от температуры и многое другое. Предсказаны и обнаружены новые закономерности, важные для практики, в том числе явление цепно-теплого взрыва, его роль в возникновении и распространении детонации, зависимость газодинамических характеристик взрыва и детонации от природы химической связи в молекулах малых примесей.

Теория, разрабатываемая на базе комплексных экспериментальных исследований, аналитических и численных расчетов, является развитием теории Н.Н. Семенова, относящейся, как известно, к изотермическому протеканию горения при низких давлениях.

На основе неизотермической теории цепных процессов разработаны научные основы и эффективные методы химического управления горением, взрывом и детонацией. Методы основаны на целенаправленном варьировании скоростей конкурирующих между собой реакций размножения и гибели активных промежуточных частиц с помощью специально подобранных ингибиторов и промоторов. Предложены эффективные, недорогие, экологически чистые присадки, позволяющие регулировать интенсивность горения и взрыва, а также предотвратить возникновение этих процессов при любом источнике инициирования в широком интервале начальных температур вплоть до 1800 К. Показана возможность управления горением, взрывом и детонацией при любом способе их инициирования, в том числе взрывом гексогена. Метод позволяет также разрушить стационарную детонационную волну на заданном расстоянии от места ее возникновения.

Применительно к горению, взрыву и детонации смесей водорода, метана, пропана и синтез-газа с воздухом методы и средства успешно прошли испытания в больших объемах перед соответствующими межведомственными

комиссиями, в состав которых входили представители угледобывающей отрасли, атомной энергетики, авиационной промышленности.

Иллюстрации сужения концентрационных пределов горения и управления взрывом с помощью ингибиторов приведены на рисунках 1–3.

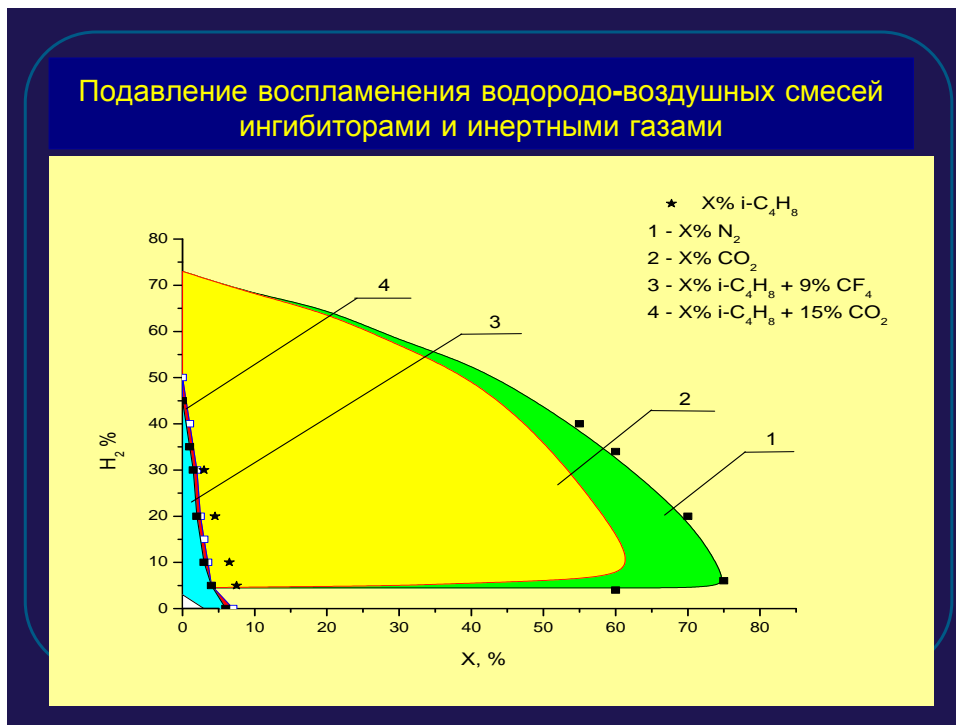


Рисунок 1.

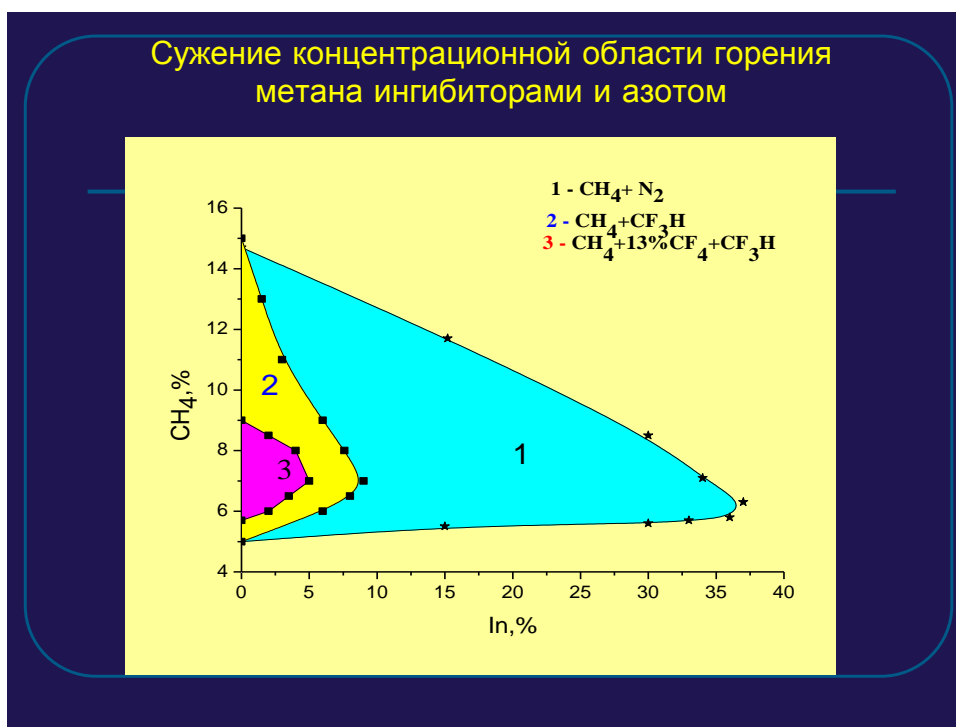


Рисунок 2.

Испытания проводились также в разных исследовательских и отраслевых учреждениях России и Германии. После успешных испытаний г. Кемерово в испытательной штольне с использованием в качестве инициатора взрыва гексогена метод и ингибитор получили очень высокую оценку руководства области.

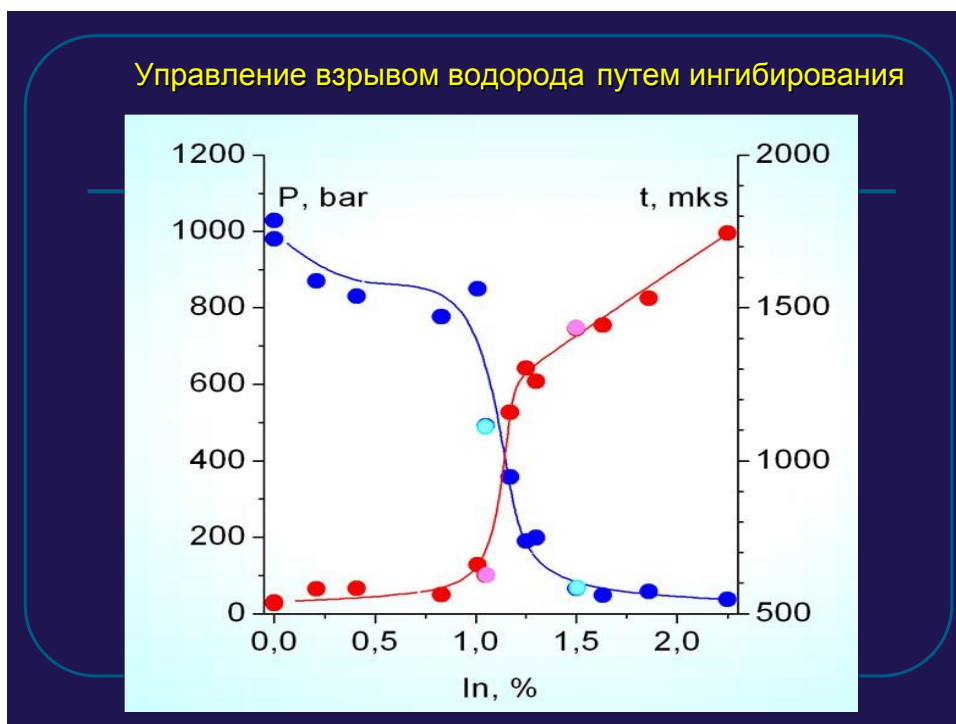


Рисунок 3.

В настоящее время совместно с соответствующими организациями проводятся работы по внедрению разработок в угольную промышленность и в воздухоплавании.