

неработающего населения. На примере наилучших практик производственной безопасности больших компаний нефтегазовой отрасли, можно сделать вывод о том, что визуализация и простота доступности – ключ к успеху. Путем создания коротких и понятных видео роликов, адаптированных под каждый город, можно повысить в разы уровень знаний в области гражданской обороны и защиты в чрезвычайных ситуациях всех слоев населения. Также, периодическая пропаганда в рекламные паузы на телевидении и радио, дорожные баннеры, информационные табло имеют высокую эффективность.

Поэтому, эти способы необходимо активнее использовать органам исполнительной власти в работе, направленной на повышение уровня безопасности жизнедеятельности в обществе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.1998 г. №28-ФЗ (посл. ред.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17861/ (дата обращения: 15.10.20)
2. Правительства РФ «Об утверждении Положения о подготовке населения в области гражданской обороны» от 02.11.2000 г. №841 (посл. ред.). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_29118/ (дата обращения: 15.10.20)
3. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. №68-ФЗ (посл. ред.). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/ (дата обращения: 15.10.20)

АРИЛ- И ГЕТЕРОАРИЛДИАЗОНИЙ СУЛЬФОНАТЫ – УДОБНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Е.А. Краснокутская, В.Д. Филимонов, А.Н. Санжиев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: eak@tpu.ru

ARYL- AND HETEROARYLDIAZONIUM SULFONATES - CONVENIENT ORGANIC SYNTHESIS BUILDING BLOCKS

E.A. Krasnokutskaya, V.D. Filimonov, A.N. Sanzhiev
National Research Tomsk Polytechnic University

***Annotation.** A new, previously unknown series of aromatic and heteroaromatic diazonium sulfonates (tosylates, triflates, camphorsulfonates) has been developed. All synthesized diazonium salts are safe during storage, have high solubility both in water and in organic polar and low-polarity solvents. The features of the molecular structure, the chemical properties of diazonium salts have been established. Based on the method of isothermal flow calorimetry, a new approach for the quantitative assessment of the storage stability of aromatic and heteroaromatic diazonium salts has been developed.*

Ароматические и гетероароматические соли диазония широко используются в современном органическом синтезе. Доступность исходных аминов и диазотирующих реагентов, а также высокая активность солей диазония в широком спектре реакций обеспечивают высокий и постоянный интерес к данному классу органических соединений. Кроме того, соли диазония играют ключевую роль в промышленно важных процессах получения красителей, лекарственных веществ и др. Общеизвестные синтетические достоинства традиционных диазониновых солей сопряжены с рядом не

менее известных серьезных недостатков, среди которых низкая стабильность и взрывоопасность в сухом состоянии, плохая растворимость в воде.

Ранее показано, что диазотирование анилинов в присутствии сульфокислот - *p*-толуолсульфокислоты (TsOH) и трифторметансульфокислоты (TfOH) приводит к образованию соответствующих аренидазоний сульфонов ($\text{ArN}_2^+ \text{OSO}_2\text{R}$) с хорошими выходами [1], [2]. Указанные соли диазония стабильны при хранении, обладают хорошей растворимостью как в воде, так и многих органических растворителях (этанол, ДМСО, ДМФА, уксусная кислота, этанол, ацетонитрил, дихлорметан, хлороформ). Указанные соли диазония обладают высокой реакционной способностью в реакциях нуклеофильного замещения и С-С-сочетания.

Диазотирование π -избыточных аминогетероциклов в присутствии TsOH и TfOH также приводит к образованию солей диазония, однако менее устойчивых на воздухе, чем ароматические карбоциклические аналоги. Тем не менее, диазотатные растворы гетероароматических солей диазония пригодны для дальнейших превращений (рис. 1).

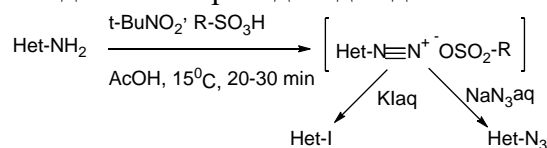


Рис. 1. Схема 1

Диазотирование аминопиридинов и аминохинолинов в присутствии сульфокислот приводит к образованию соответствующих эфиров – гетероарилсульфонатам, что объясняется неустойчивостью образующихся гетероароматических солей диазония [3–5].

Впервые показано, что диазотирование N-оксидов аминопиридинов успешно проходит под действием TsOH, TfOH, камфоросульфокислоты (CamphSO₃H). При этом возможно использование различных диазотирующих агентов (NaNO_2 , *t*-BuNO₂, *n*-BuNO₂) и реакционных сред (вода, ДМСО, MeCN, уксусная кислота, ацетон, дихлорметан) (рис.2).

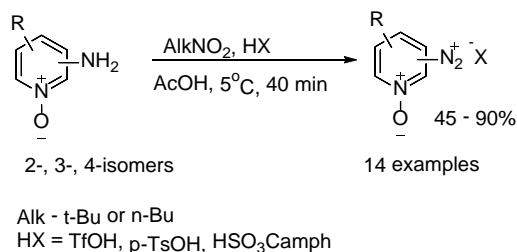


Рис.2. Схема 2

В ходе исследований обнаружены особенности молекулярной структуры синтезированных солей диазония, а также различия в реакционной способности в сравнении с другими гетероароматическими и ароматическими солями диазония. В частности, N-оксиды пиридиндиазоний сульфонаты в условиях палладий катализируемых реакциях С-С-сочетания преимущественно восстанавливаются до пиридин-1-оксидов. Показано, что все пиридиндиазоний сульфонаты хорошо растворимы в воде и органических растворителях (этанол, ДМСО, ДМФА, уксусная кислота, этанол, ацетонитрил, дихлорметан, хлороформ).

На основе метода изотермической потоковой калориметрии разработан новый подход для количественной оценки стабильности при хранении ароматических и гетероароматических солей диазония. Разработанный подход позволил определить энергии активации и время полураспада солей диазония с экстраполяцией к нормальным условиям хранения. Показано, что для 4-нитробензолдиазониевых солей ($4\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{N}_2^+ \text{X}^-$) время полураспада при 25 градусах сильно зависит от природы противоиона и

составляет 4.5 года для $X = \text{BF}_4$, 5 лет для $X = \text{TsO}$ и 46 лет для $X = \text{TfO}$. Впервые определено время полураспада ранее неизвестного N-оксипиридин-4-дiazоний трифлата – 1.5 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Filimonov V.D. and et al Unusually stable, versatile, and pure arenediazonium tosylates: Their preparation, structures, and synthetic applicability // *Org. Lett.* – 2008. – no.10. – P. 3961–3964.
2. Filimonov V.D. and et al Synthesis, structure, and synthetic potential of arenediazonium trifluoromethanesulfonates as stable and safe diazonium salts // *Eur. J. Org. Chem.* – 2019. — no.4. — P. 665–674.
3. Tretyakov A. N. and et al A new one-pot solvent-free synthesis of pyridinyl tosylates via diazotization of aminopyridines // *Tetrahedron Lett.* – 2011. – no. 11. – P. 85–87.
4. Krasnokutskaya E. A., Kassanova Ass. Zh., Estaeva M. T., Filimonov V. D. A new synthesis of pyridinyl trifluoromethanesulfonates via one-pot diazotization of aminopyridines in the presence of trifluoromethanesulfonic acid // *Tetrahedron Lett.* – 2014. – no. 55. – P. 3771–3773.
5. Kassanova Ass.Zh., Krasnokutskaya E.A., Beisembai P., Filimonov V. D. A novel convenient synthesis of pyridinyl of quinolinyl triflates and tosylates via one-pot diazotization of aminopyridines and aminoquinolines in solution // *Synthesis.* – 2016. – no. 48. – P. 256–262.

РЕАЛИЗАЦИЯ ДЕКОДЕРА СООБЩЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАВИСИМОГО НАБЛЮДЕНИЯ-ВЕЩАНИЯ НА ПЛИС

А.Э. Ульяновская¹, А.Н. Мальчуков^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

E-mail: aeu4@tpu.ru

CRC-DECODER FPGA IMPLEMENTATION FOR ADS-B SYSTEM

A.E. Ulyanovskaya¹, A.N. Malchukov^{1,2}

¹Tomsk Polytechnic University,

²Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

Annotation. *This article describes decoder implementation for ADS-B system messages. The decoder corrects bit errors that occur in received messages on the basis of the demodulator data and CRC check sum.*

Приём и обработка сообщений в системе автоматического зависимого наблюдения-вещания происходит следующим образом – с помощью навигационной спутниковой системы воздушное судно получает информацию о своём местонахождении и сообщениями в формате АЗН-В (112 бит) [1] передают эти и прочие данные на наземную станцию, где принимаются системой антенн, проходят через входной фильтр и поступают на блок приёмника сообщения. Именно в приёмнике данных и находится реализуемое устройство декодирования сообщений, которое проверяет целостность принятых данных на основе доверительной последовательности (112 бит), которую формирует приёмник сообщений исходя из соответствия бит определенным критериям. После проверки данные поступают на устройство обработки данных наблюдения, а оттуда в центр управления воздушным движением [2].

Каждое сообщение в системе АЗН-В состоит из преамбулы (двух синхронизирующих импульсов) и блока данных (112 бит), который в свою очередь имеет следующий формат [3]:

- тип сообщения (5 бит);