

УДК 547.722:547.341

**ОСОБЕННОСТИ  $\alpha$ -ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИХ  
ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ КАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
В РЕАКЦИЯХ С НУКЛЕОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ****Г.Э.АЛЛАХВЕРДИЕВА***Гянджинский государственный университет*  
*gulnar.allahverdiyeva.2019@mail.ru*

*В настоящем сообщении, который носит частично обзорный характер, рассматривается химия галоген содержащих  $\alpha$ -фосфорильных карбонильных соединений с O-, N-, P- и одновременно N, N-, P- и S- содержащими нуклеофильными реагентами. Особо следует отметить, что в литературе имеется множество сообщений и обзоров, посвященных фосфорилкарбонильным соединениям. Однако ограничены сведения о синтезе и превращениях галогенсодержащих карбонильных соединений.*

**Ключевые слова:** трихлорангидрид, фосфонкарбоновые кислоты, ацилаль, хлораль, енамин, дихлорангидрин

Последние десятилетия, разработаны ряд препаративных методов синтеза  $\alpha$ -хлор-,  $\alpha,\alpha$ -дихлорфосфонуксусного альдегидов [1-4], трихлорангидридов моно- и дихлорфосфонкарбоновых кислот [5-7], которые следует рассматривать как ключевыми соединениями в синтезе всех типов производных фосфонкарбоновых кислот. С другой стороны, такие классы соединений являются подходящими объектами для решения фундаментальных теоретических и практических проблем.

При поверхностном рассмотрении имеется определенное сходство между фосфорильной и карбонильной группами. Обе группы сильно поляризованы ( $C=O \leftrightarrow C^+ - O^-$ ;  $P=O \leftrightarrow P^+ - O^-$ ) и обладают электроно-акцепторными свойствами в результате которого водородные атомы метиленового звена в  $\alpha$ -положении приобретают высокую подвижность. Такая подвижность характерна и для атомов галогена в  $\alpha$ -положении.

Однако, имеются существенные различия между фосфорильной и карбонильной группами. В первую очередь следует отметить различие в гибридизации и природе электронного эффекта этих групп. Указанные различия, а именно плоское строение карбонильной группы ( $sp^2$ -гибридизация) и тетраэдрическое строение фосфорильной группы ( $sp^3$ -гибридизация), проявление одновременно индукционного и мезомерного эффек-

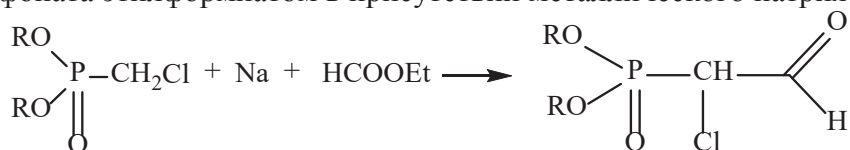
тов в случае карбонильной группы, а для фосфорильной группы только индукционного эффекта определяют ход и направления многих химических превращений не только у этих групп, но и у их заместителей.

Плоское строение карбонильной группы даёт основание предположить, что углерод карбонильной группы более доступен к воздействию нуклеофильного реагента, чем тетраэдрический атом фосфора. Видимо и по этой причине многие реакции замещения в фосфорилированных карбонильных соединениях протекает селективно у карбонильного углерода.

Ранее считалось, что фосфорильная группа инертна, однако многочисленные химические превращения с участием фосфорильной группы, за последние годы, показывают и нуклеофильные свойства  $P=O$ .

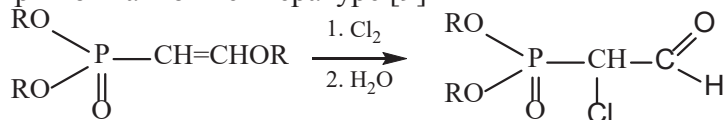
### Синтез и превращения галогенсодержащих фосфорилированных альдегидов

Впервые синтез  $\alpha$ -хлор- $\alpha$ -фосфорилуксусного альдегида был получен Кабачником М.Н. и сотр. путем фосфорилирования хлорметилфосфоната этилформиатом в присутствии металлического натрия [8].

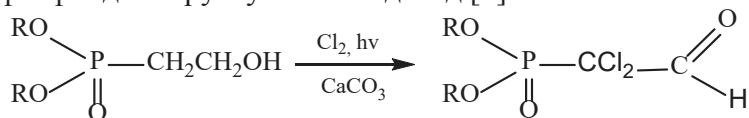


Из-за низкого выхода целевого продукта и технологической сложности процесса этот метод не нашло широкого применения в синтезе указанного альдегида.

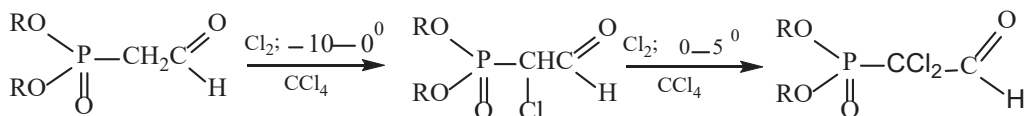
Препаративно более удобным методом синтеза моногалоген-фосфорилированных альдегидов следует считать галогенирование  $\beta$ -алкоксивинилфосфонатов с дальнейшим гидролизом продуктов хлорирования при комнатной температуре [9]



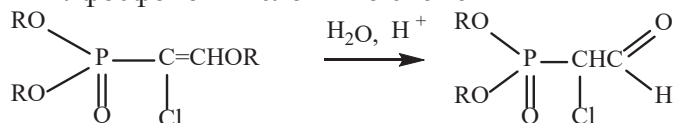
Фосфорилированные гидрофосфонаты реагируя с молекулярным хлором на свету при температуре  $40-60^\circ$  в присутствии  $\text{CaCO}_3$  образуют фосфондихлоруксусный альдегид [9]



Позже был разработан удобный метод синтеза моно- и дихлор-фосфонуксусного альдегидов путем хлорирования фосфонуксусного альдегида молекулярным хлором при сильном охлаждении ( $-10 - 0^\circ\text{C}$ ) в инертном растворителе ( $\text{CCl}_4$ ) [1-2, 4]



Авторы [1] предложили альтернативный метод синтеза монохлорфосфонуксусного альдегида из диалкиловых эфиров  $\alpha$ -хлор- $\beta$ -алкокси-винилфосфоновой кислоты по схеме

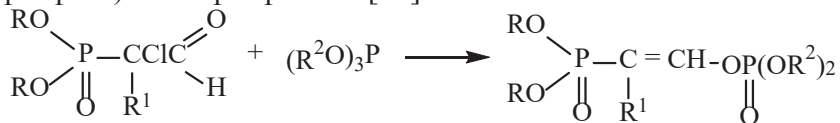


Синтезированные монохлорфосфонуксусные альдегиды существуют в енольной форме в количестве 43% [3].

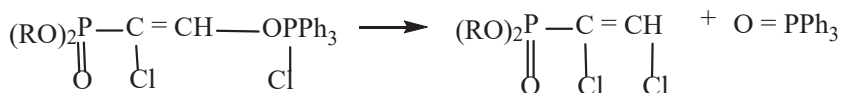
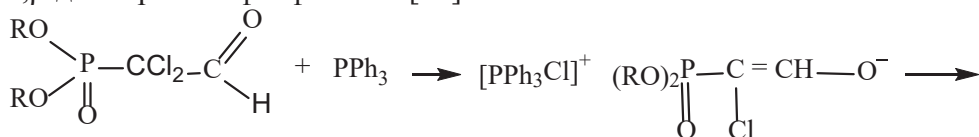
### Синтезы на основе фосфонмоноклор- и дихлоруксусных альдегидов

Фосфондихлоруксусный альдегид, по структурным особенностям, следует рассматривать как фосфорный аналог хлорала и поэтому в теоретическом и практическом аспекте для химиков-синтетиков представлял интерес изучить свойства фосфондихлоруксусного альдегида в сопоставлении со свойствами хлорала.

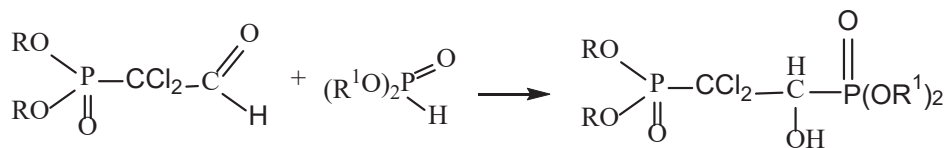
Аналогично хлоралу, фосфонмоноклор- и дихлоруксусный альдегид вступает с фосфитами в реакцию Перкова давая  $\beta$ -(диалкокси-фосфато)винилфосфанаты [10].



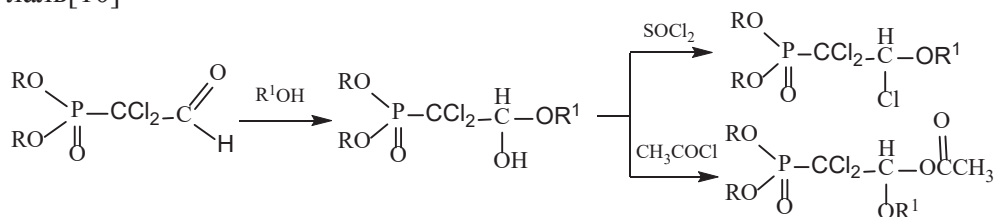
Реакция выше указанных галоидальдегидов с трифенилфосфином протекает по иному механизму, где допускается по аналогии [11] образование ионной пары с дальнейшим распадом на окись трифенилфосфина и  $\alpha, \beta$ -дихлорвинилфосфонатов [12]



Галоидсодержащие фосфорилированные альдегиды в отсутствии катализаторов присоединяют диалкилфосфиты образуя фосфорилированные производные хлорала [10]

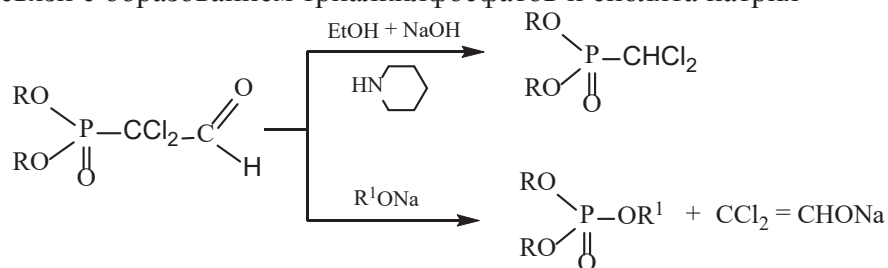


Фосфондихлоруксусный альдегид на холоду присоединяет спирты образуя полуацетали в виде густого сиропа дальнейшая обработка которого  $\text{SOCl}_2$  на холоду в присутствии третичного амина приводит к замещению гидроксильной группы на хлор с образованием  $\alpha, \alpha, \beta$ -трихлор- $\beta$ -этоксипентилфосфоната, а ацилированием данного полуацетала получен ацилаль [10]

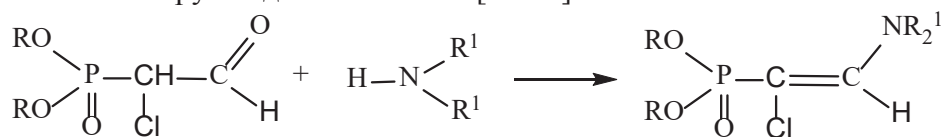


Под действием спиртовых растворов высокоосновных аминов или щелочи фосфондихлоруксусные альдегиды подвергаются галоформному распаду по связи  $\text{C}_\alpha\text{-C}_\beta$  с образованием дихлор-фосфонатов [10]

В гетерогенных условиях указанные альдегиды распадаются по  $\text{P-C}$  связи с образованием триалкилфосфатов и енолята натрия

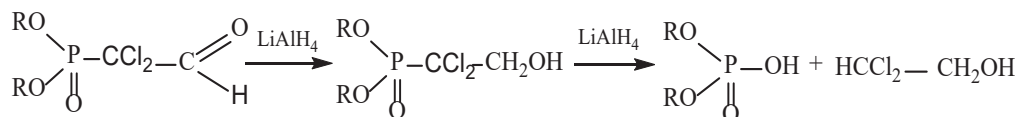


Фосфорилированные моногалогенальдегиды легко вступают в конденсацию с первичными и вторичными аминами исключительно по карбонильной группе давая енамины [12-13]



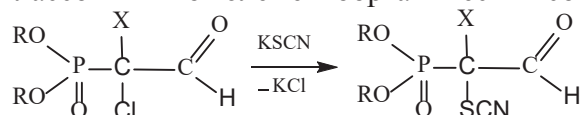
Амиды карбоновых кислот с дигалогенальдегидами образуют полуамиды, которые являются стабильными [14].

Восстановление фосфорилдихлоруксусного альдегида алюмо-гидридом лития образуются соответствующие дихлоргидрин, 2,2-дихлорэтанол и диалкилфосфористые кислоты [15]

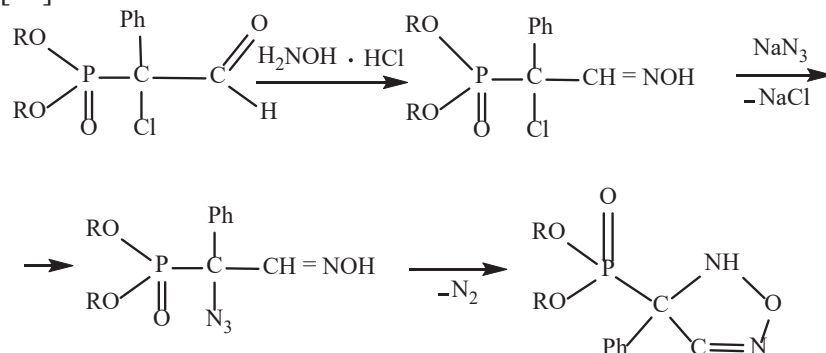


Последние десятилетия проводились систематические исследования по изучению реакции новых представителей  $\alpha$ -галогид-фосфорилированных альдегидов с P-содержащими нуклеофильными реагентами в результате которых были получены тиофосфорные продукты [16].

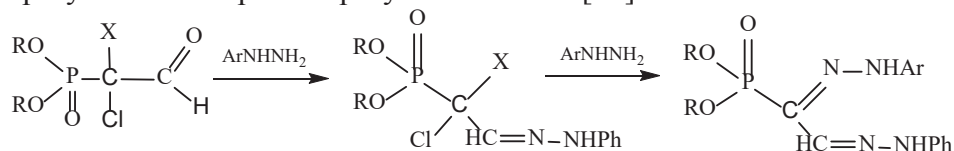
На основе фосфорилзамещенных  $\alpha$ -хлоруксусных альдегидов с роданидом калия были синтезированы в литературе неизвестные тиоцианатоальдегиды которые явились основой в синтезе самых разнообразных классов и типов элементоорганических соединений [16-17]



Оксимы, полученные на основе указанных альдегидов с азидом натрия в диоксане, превращаются в фосфорилированный 1,2,5-оксадиазолин [18]

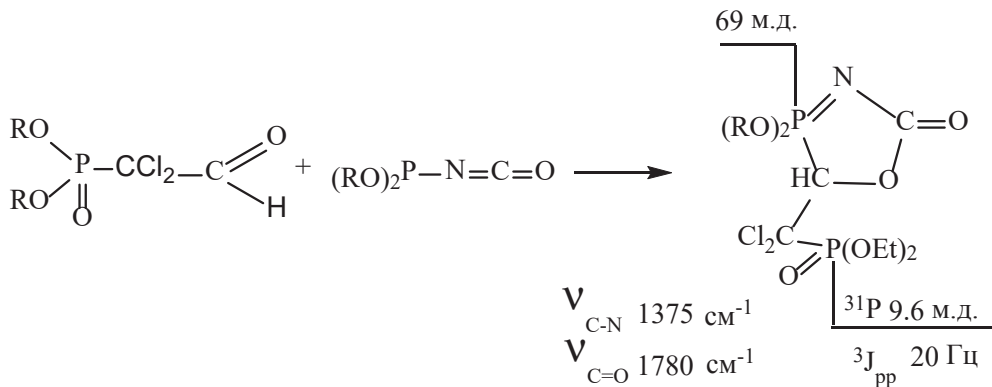


Необычно ведет себя  $\alpha$ -хлорфосфорильный альдегид с гидразинами в результате которого образуются озоны [19]



Проводились направленные исследования по изучению реакций монохлорфосфорилированных альдегидов с N,O- и N,S-нуклеофильными реагентами ( $\alpha$ -пиридон, аминспирты, тиоамиды и т.д.). Продуктами этих превращений явились различные типы кислород-азот, сера-азот содержащие гетероциклы [20].

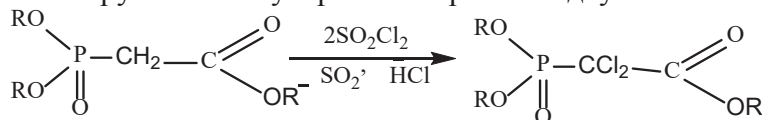
Реакцией изоцианатов кислот трехвалентного фосфора с диэтиловым эфиром дихлорфосфонуксусного альдегида получен первый представитель 1,3,4-оксазафосфолин-3-онов-5 с экзоциклическим фосфорным фрагментом [21]



Из выше изложенного очевиден широкие синтетические возможности монохлор- и дихлорфосфонуксусных альдегидов в органическом синтезе.

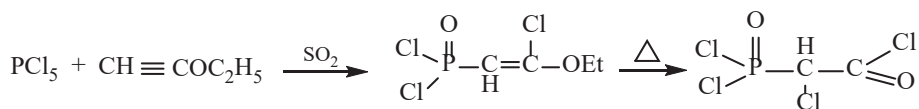
### Фосфорилированные моно- и дихлоркарбоновые кислоты и их производные

Синтез фосфонкарбоновых кислот, содержащих  $\alpha$ -атомы хлора, основан на галогенировании соответствующих кислот по активной метиленовой группе молекулярным хлором или двумя молями  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  [22-24].



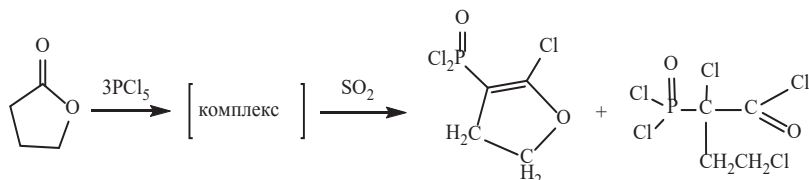
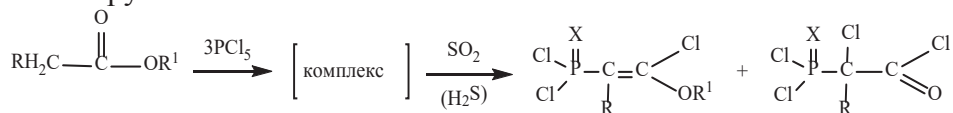
Безусловно, приемлемым методом синтеза таких фосфонатов следует считать реакцию алкохолиза соответствующих трихлор-ангидридов. Однако, синтез трихлорангидридов фосфонкарбоновых кислот до недавнего времени также был проблематичной. Впервые трихлорангидриды фосфонкарбоновых кислот получены реакцией пятихлористого фосфора с малоновыми эфирами [25].

Оригинальные методы синтеза трихлорангидридов фосфон-карбоновых кислот предложен Луценко с сотр. [26], фосфорилированным этил-ацетиленом  $\text{PCl}_5$  получен  $\beta$ -хлор- $\beta$ -алкоксивинил-фосфонат, который при термическом воздействии распадется на трихлорангидрид фосфонуксусной кислоты



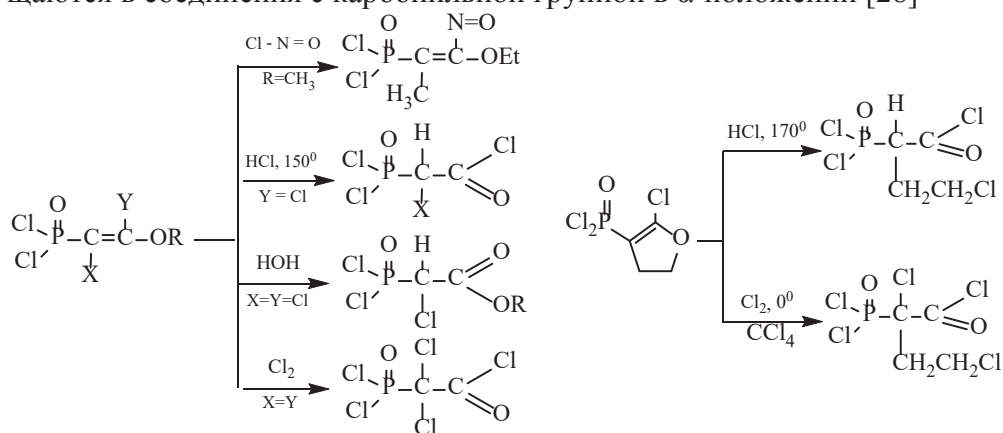
Разработан в препаративном отношении удобный метод синтеза трихлорангидридов замещенных фосфон- и тиофосфонкарбоновых кислот путем фосфорилирования алкилацетатов и  $\gamma$ -бутиролактона пятихлористым фосфором [5-7]. Наряду с трихлорангидридом также образуются дихлорангидриды  $\beta$ -хлор- $\beta$ -алкоксивинилфосфонаты, которых следует

рассматривать как фосфорорганические соединения со скрытой карбо-  
нильной группой.



Подробное изучение границ применимости данной реакции показало, что в зависимости от природы заместителей в алкильном и ацильном фрагментах реакция может идти по трем возможным направлениям [27].

Синтезированные таким образом замещенные винилфосфонаты под действием электрофильных реагентов (HCl, Cl<sub>2</sub>, NO и т.д.) легко превращаются в соединения с карбонильной группой в α-положении [28]

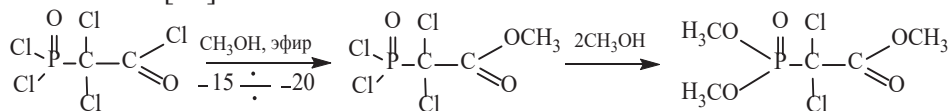


### Синтез на основе трихлорангидридов моно- и дихлорфосфонкарбоновых кислот

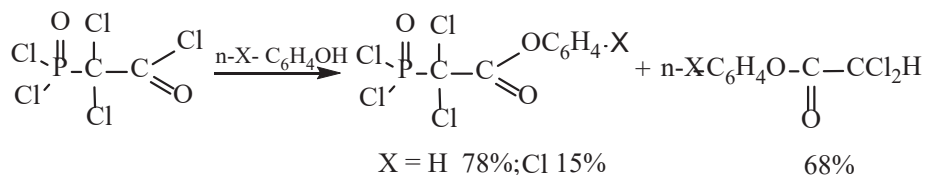
Рассматривая строение трихлорангидридов моно- и дихлор-фос-  
фоновых кислот следует отметить наличие трех реакционных центров на  
атомах фосфора и карбонильного углерода (ярко выраженные кислотные  
центры) и α-углеродного атома. На примере алкохолиза трихлорангидри-  
дов фосфондихлоруксусных кислот показано высокая степень избира-  
тельности течения этих процессов.

В работе [29] этот процесс показано, что реакция указанного три-  
хлорангидрида с 1 молем метанола при температуре -15÷-20<sup>0</sup>С протекает  
первоначально с замещением атома хлора при карбонильной группе с об-  
разованием P,P-дихлор-ангидрида метилового эфира фосфон моно- и ди-  
хлоруксусной кислоты. Последующие порции спирта затрачиваются на

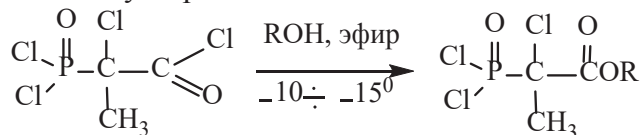
замещение атомов хлора при фосфоре давая полные эфиры фосфонкарбоновых кислот [29].



Направление реакции трихлорангидридов с фенолами определяется кислотностью фенола [30-31]. При умеренных температурах (10÷15<sup>0</sup>С) реакция протекает по карбонильной группе, замещение хлоров при фосфоре на фенокси группы не происходит. При использовании в этой реакции более кислых фенолов (хлорфенолов, нитрофенолов) наблюдается распад связи Р-С с образованием п-хлорфенилового эфира дихлоруксусной кислоты.

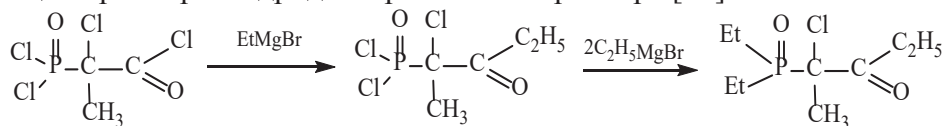


Использование в реакциях алкоголиза более кислых спиртов (аллиловый, пропаргиловый) при -10÷-15<sup>0</sup>С также подтверждает выше приведенную схему. При этой температуре замещается только хлор при карбонильном углероде



R - CH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub> (**а**); CH<sub>2</sub>C≡CH (**б**)

Такая же последовательность замещения хлоров наблюдается и при реакции трихлорангидридов с реактивом Гриньяра [30]

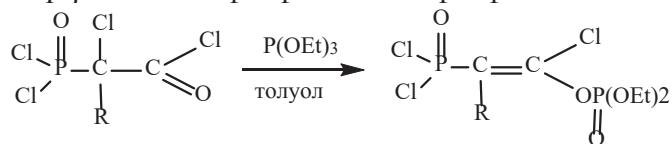


Реакция хлорангидридов карбоновых кислот с фосфитами широко используются в синтезе ацилфосфонатов [32]. В последствии было показано, что идентичная реакция с хлорангидридом трихлор-уксусной кислоты протекает совершенно по иному механизму, образуя продукт с фосфатной структурой [33].

Представлял теоретический и практический интерес изучение реакции трихлорангидридов α-фосфон-α-хлоркарбоновых кислот, который по своим некоторым особенностям близок к хлор-ангидриду трихлоруксусной кислоты, с триэтилфосфитом. Реакция протекает очень эффективно в

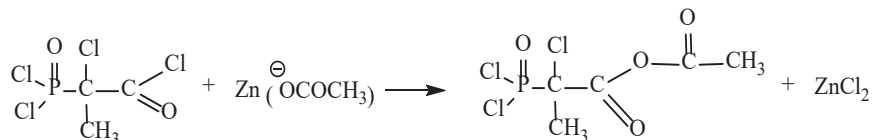


толуоле при температуре 50-60 °С с образованием дихлорангидрида β-хлор-β-диэтоксифосфатовинил-фосфоновой кислоты.



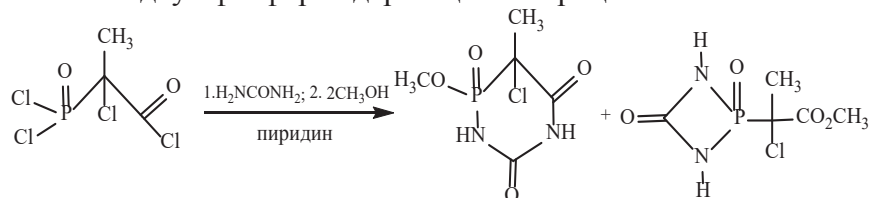
Одним из продуктов распада в водной фазе полученного дихлорангидрида является фосфорная кислота, что дополнительно подтверждает фосфатную структуру.

Реакция цинкацетата с трихлорангидридом идет также избирательно, по карбонильному углероду, приводя к соответствующему ангидриду кислот по схеме:

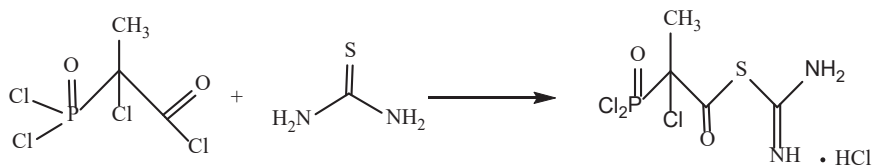


В работе [34] было показано, что конденсация фосфонацетатов с мочевиной в присутствии алкоголятов в абсолютном этаноле дает фосфонбарбитураты и предложили удобный препаративный способ получения последних реакцией трихлорангидридов фосфон-карбоновых кислот с бидентатными реагентами (мочевина, тиомочевина) как в присутствии третичных аминов, так и в ее отсутствии.

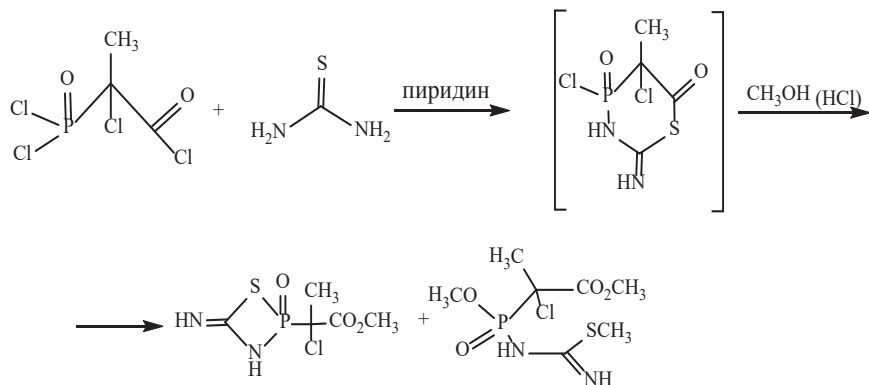
Реакция трихлорангидрида с мочевиной в эфире в присутствии пиридина с дальнейшей обработкой полученной смеси метанолом приводит к образованию двух фосфор содержащих гетероциклов



При взаимодействии трихлорангидрида с тиомочевиной в хлороформе в отсутствие пиридина приводит к образованию тиоуриониевой соли.



Проведение данной реакции в присутствии пиридина, с дальнейшей обработкой смеси метанолом, приводит к образованию двух продуктов: циклической и открытой структуры.



В работе [35] показано, что алкоголиз и множество других реакций нуклеофильного замещения с участием трихлорангидридов фосфонкарбоновых кислот проводились в эфире в присутствии пиридина. Для удаления выпавшей соли пиридина реакционную смесь обрабатывали водой. Из водной фазы при длительном выдерживании выпадают прозрачные монокристаллы, которые по данным рентгенструктурного анализа (РСА) и ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  представляет собой соль димера  $\alpha$ -хлорфосфонпропионовой кислоты с двумя молями пиридина

Видимо, продукты замещения или же непрореагировавший трихлорангидрид в водной фазе гидролизуясь дает  $\alpha$ -метил- $\alpha$ -хлор-фосфонуксусную кислоту, который димеризуется и с пиридином образует соль.

Экспериментально это суждение нашло свое подтверждение. Из смеси трихлорангидрида и пиридина в водной фазе в течение 10 суток выпадают кристаллы соединения  $\alpha$ -метил- $\alpha$ -хлор-фосфонуксусную кислоту.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исмаилов В.М., Москва В.В., Зыкова Т.В. Фосфонмоно-хлоруксусные альдегиды. // ЖОХ, 1983, т. 53, вып. 12, с. 2793-2794
2. Исмаилов В.М., Москва В.В., Дадашева Л.А., Зыкова Т.В., Гусейнов Ф.И. Дихлор(диалкоксофосфон)уксусные альдегиды. // ЖОХ, 1982, т.52, вып. 9, с. 2140-2141
3. Зыкова Т.В., Исмаилов В.М., Москва В.В., Салахутдинов Р.А. Изучение таутомерии фосфорилированных альдегидов с помощью ЯМР  $^{13}\text{C}$ . // ЖОХ, 1984, т.54, вып. 6, с. 1288-1290
4. Гусейнов Ф.И., Москва В.В., Исмаилов В.М. Препаративные методы синтеза фосфорилмоно- и дихлоруксусных альдегидов // ЖОХ, 1993, т.63, вып. 1, с.637-641.
5. Исмаилов В.М., Москва В.В., Зыкова Т.В., Салахутдинов Р.А., Новрузов С.А., Разумов А.И., Ахмедов Ш.Т. Взаимодействие пятихлористого фосфора с алкилацетатами // ЖОХ, 1973, т.43, в. 1, с 212.
6. Исмаилов В.М., Москва В.В., Зыкова Т.В., Салахутдинов Р.А., Новрузов С.А., Разумов А.И., Ахмедов Ш.Т. // ЖОХ, 1973, т.43. вып. 6, с 1247-1250
7. Исмаилов В.М., Гулиев А.Н., Ахмедов Ш.Т. Взаимодействие пяти-хлористого фосфора с  $\gamma$ -бутиролактоном // АзХЖ. 1978, № 6, с. 79-82.
8. Иоффе С.Т., Вацуро К.В., Петровский П.В., Кабачник М.И. Влияние структурных факторов и растворителя на характер енолизации формильной группы // Изв. АН

- СССР, сер. хим. 1971, № 4, с. 731-739.
9. Гусейнов Ф.И., Москва В.В. Синтез и свойства  $\alpha$ -монохлор и  $\alpha,\alpha$ -дихлор-(3-карбонилзамещенныхальдегидов) // ЖОХ, 1994, т.30. вып. 3, с. 360-365
  10. Исмаилов В.М., Аллахвердиева Г.Э., Садыхова Н.Д., Мамедов И.А., Юсубов Н.Н. Некоторые превращения моно- и дихлорфосфон-уксусного альдегида. // ЖОХ, т.90, вып. 1, с. 118-122.
  11. Hofman H., Diehr H. Uber die Einwirkung von tertaren phosphinen auf Halotncarbonylverbindungen // Tetrahedron Lett., 1962, № 13, s. 583-587.
  12. Исмаилов В.М., Москва В.В., Гусейнов Ф.И. Диалкиловые эфиры  $\alpha,\beta$ -дихлорвинилфосфоновых кислот // ЖОХ, 1986, т. 56, вып. 1, с. 227-228.
  13. Гусейнов Ф.И., Климентова Г.Ю., Москва В.В. Реакции  $\alpha$ -хлор- и  $\alpha,\alpha$ -дихлоркарбонилзамещенных альдегидов с аминами // ЖОХ, 1994, т.30, вып. 4, с. 496-499
  14. Гусейнов Ф.И., Климентова Г.Ю., Егерова Т.Н. Полу-амидами  $\alpha$ -монохлор- и дихлор(3-оксоальдегидов) // ЖОХ, 1996, Т.66, вып. 6, с. 978-983.
  15. Гусейнов Ф.И. Химия  $\alpha$ -галоген- $\beta$ -оксоальдегидов и их фосфорных аналогов // Автореферат диссертации доктора хим.наук. М., 1998, с. 21-22
  16. Асадов Х.А., Сняшин О.Г. Реакции  $\alpha$ -галогенальдегидов с триэтилтриитофосфитом // ЖОХ, 2005, т.75, вып. 2, с. 253
  17. Гусейнов Ф.И., Асадов Х.А., Бурангулов Р.Н. Фосфорил-содержащие  $\alpha$ -тиоцианатоацетальдегиды // ЖОрХ, 2002, № 8, с. 1267-1268.
  18. Асадов Х.А., Микилов Г.Г., Гусейнова С.Н., Магеррамов Р.Р., Гусейнов Ф.И., Аллахвердиев М.А. Реакции фосфорил  $\alpha$ -тиоцианатофенилацетальдегида с гидроксиламином и этилендиамином // Вестник БГУ, серия ест. наук, 2008, № 2, с. 5-9
  19. Гусейнов Ф.И., Климентова Г.Ю., Исмаилов В.М. С-фосфо-рилированные озаны глиоксали // Изв. РАН, сер. хим. 1998.
  20. Асадов Х.А. Новые подходы в синтезе и изучении свойств  $\alpha$ -тиоцианатокарбонильных соединений с помощью  $\alpha$ -хлорсоединений // Автореферат диссертации доктора хим. наук. Баку, 2018, с. 24-27.
  21. Тарасова Р.И., Москва В.В., Синицина Н.И., Исмаилов В.М. Взаимодействие изоцианатов трехвалентного фосфора с дихлор-(диэтилфосфор)уксусного альдегида // ЖОХ. 1985, т.55, вып. 7, 1098-1102.
  22. Петров К.А., Маклеев Ф.М., Коршунов М.А. Дихлорангидриды С-алкиловых эфиров фосфонкарбоновых кислот // ЖОХ, 1959, т.29, вып. 1, с. 585-588.
  23. Бондарчук Н.Д., Маховик В.В., Деркач Г.И. Производные диалкоксифосфонуксусных кислот // ЖОХ, 1969, т. 39, вып. 8, с. 1707-1709.
  24. Гринев П.В., Червенюк Г.И., Домровский А.В. Синтез  $\alpha$ -бромфосфонатов // ЖОХ, 1969, т.39, вып. 6, с. 1253-1256.
  25. Шевченко В.И., Бондарчук Н.Д., Кирсанов А.В. Фосфорилирование эфиров малоновой кислоты // ЖОХ, 1962, т.32, вып. 9, с. 2994-3001
  26. Казанкова М.А., Сатина Т.Я., Луньков В.Д., Луценко И.Ф. Взаимодействие  $PCl_5$  и алкоксиацетиленами // ЖОХ, 1978, т.48, вып. 1, с. 70-78.
  27. Ismailov V.M., Adnan Aydin Derivates of  $\alpha$ -Phosphorylated Aldehyds // Phosphorous, Sulfur and Silikon, 1999, v. 149, pp. 137-142
  28. Исмаилов В.М., Москва В.В., Бабаева Т.А., Разумов А.И., Ахмедов Ш.Т., Гаджиев Г.Г. Изучение некоторых производных  $\alpha,\beta$ -дихлор- $\beta$ -алкоксивинилфосфоновых кислот // Химия и химического технология, 1977, т. 20, вып. 6, с. 824
  29. Москва В.В., Новрузов С.А., Зыкова Т.В., Разумов А.И., Исмаилов В.М. Производные фосфонкарбоновых кислот // В сб. «Химия элементоорганических соединений». Л.: Наука, 1976, с. 181-184.
  30. Исмаилов В.М., Гулиев А.Н., Ахмедов Ш.Т. Некоторые химические превращения трихлорангидридов фосфон-карбоновых кислот // Аз.Х.Ж, 1972, № 2, с. 78-82.

31. Исмаилов В.М., Юсубов Н.Н., Садыхова Н.Д., Мамедов И.А., Мамедбекова А.Р. // ЖОХ, 2016, т.86, в.7, с. 1153
32. Хадсон Р. Структура и механизм реакций фосфорорганических соединений // М.: Мир, 1967, с. 361.
33. Соборовский Л.З., Гололобов Ю.Г., Федорова В. И. // Сборник «Химия и применение ФОС» М.: Наука, 1962, с. 232
34. Шабан Радван, Исмаилов В.М., Юсубов Н.Н., Гулиев А.Н. // Материалы III-ей Респуб. конф. молодых ученых-химиков. Баку, 1988, с.196
35. Аллахвердиева Г.Э., Исмаилов В.М., Мамедов И.А., Аскеров Р.К., Юсубов Н.Н. Взаимодействие трихлорангидрида  $\alpha$ -хлор- $\alpha$ -фосфонпропионовой кислоты с нуклеофильными реагентами // ЖОХ, 2020, т. 90, № 8, с. 1246

## **$\alpha$ -HALOGENSAXLAYAN FOSFORİL KARBONİLLİ BİRLƏŞMƏLƏRİN NUKLEOFİL REAGENTLƏRİ İLƏ REAKSİYASININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

**G.E.ALLAHVERDİYEVA**

### **XÜLASƏ**

Məqalə qismən icmal xarakterlidir və halogensaxlayan, tərkibində O-, N-, P- və eyni zamanda N,N-, P-, S- saxlayan  $\alpha$ -fosforil karbonilli birləşmələrin nukleofil reagentləri ilə kimyası verilmişdir. Ədəbiyyatda fosforil karbonilli birləşmələrə çoxlu məlumatlar nəşr olunub. Halogen saxlayan karbonilli birləşmələrin sintezinə və çevrilmələrinə aid məlumatlar məhduddur.

**Açar sozlər:** trixloranhidrid, fosfonkarbonili turşu, xloral, enamin

## **FEATURES OF $\alpha$ -HALOGEN-CONTAINING PHOSPHORYLATED CARBONYL COMPOUNDS IN REACTIONS WITH NUCLEOPHILIC REAGENTS**

**G.E.ALLAXVERDIYEVA**

### **SUMMARY**

In the present report, which is partly an overview, we consider the chemistry of halogen-containing  $\alpha$ -phosphoryl carbonyl compounds with O-, N-, P- and simultaneously N, N-, P- and S-containing nucleophilic reagents. It should be especially noted that in the literature there are many reports and reviews devoted to the phosphoryl-carbonyl compounds. However, information on the synthesis and transformations of halogenated carbonyl compounds is limited.

**Keywords:** trixloranhidride, fosfoncarbone acid, acilal, xlorale, enamin.