

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФОСФОРИЛИДОВ С АЦИЛИРУЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ В ДВУХФАЗНОЙ СИСТЕМЕ

B. H. Листеван, A. P. Стасюк, L. N. Курган

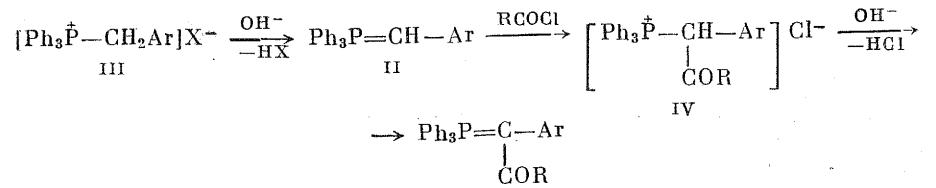
Ацильные группы, содержащиеся при иллидном углероде алкилиденфосфорана, как и другие электронакцепторные заместители, повышают стабильность этих соединений и в общем снижают их реакционноспособность. Тем не менее ацилированные фосфорилиды сохраняют способность подвергаться разнообразным превращениям, приводящим к образованию соединений других классов, и поэтому могут быть использованы как промежуточные продукты для синтеза таких соединений. Так, гидролиз или восстановление ацилфосфоранов приводят к получению кетонов [1], карбоновых кислот и кетонокислот [2, 3], а при термолизе их образуются ацетоновые производные [3-9], в том числе эфиры [3-5] и нитрилы [4] этиленовые производные [3-9], в том числе эфиры [3-5] и нитрилы [4]. Окисление иллидов этого типа дает дикетоны [10, 11]. Путем ацилирования аллоксикарбонилметиленфосфоранов и последующего расщепления в присутствии кислот образующихся продуктов могут быть получены незамещенные 2-оксоалкилиденфосфораны [12, 13], в том числе содержащие хиральные центры и используемые в синтезе простагландинов [13]. Показана также возможность их применения для получения замещенных пиранов [14].

Ввиду чувствительности фосфоранов типа $\text{Ph}_3\text{P}=\text{CHR}$ (I), где R — алкил или арил, к кислороду воздуха и особенно к влаге, условия проведения реакций этих соединений (в том числе реакций ацилирования [1, 2, 7, 9]) весьма сложны. Требуются совершенно безводные растворители, инертная атмосфера, а для образования иллидов (I) из соответствующих фосфониевых солей — основания типа фениллития, бутиллития, амида натрия и т. п.

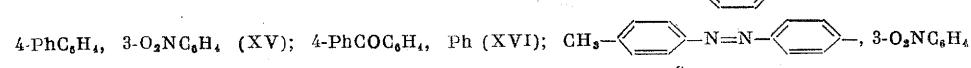
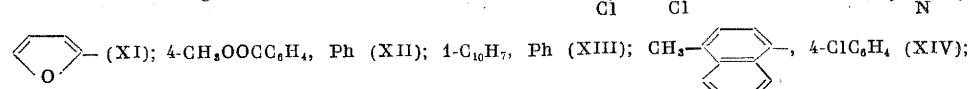
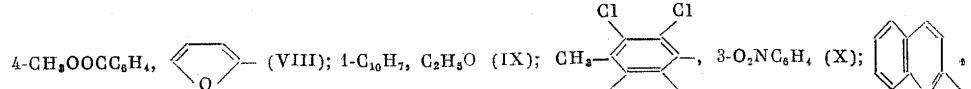
В последнее время в препаративной органической химии нашел широкое применение метод проведения реакций в двухфазных системах [15-18]. Нами уже сообщалось [19-22] о возможности ацилирования некоторых иллидов хлорангидридами кислот в двухфазной системе CH_2Cl_2 —50%-ный раствор NaOH . Такая система намного упрощает методику проведения синтезов. В настоящей работе подробно исследованы условия проведения реакций и область их применения, приводятся соответствующие экспериментальные данные.

Оказалось, что в условиях двухфазной системы легко ацилируются прежде всего арилметилентрифенилфосфораны (II) [19], называемые иногда полустабильными или «умеренными» иллидами, хотя они все еще очень чувствительны к влаге и в содержащих воду растворителях гидролизуются, как правило, в течение нескольких минут, иногда даже секунд. Однако эти иллиды более стабильны по сравнению с алкилиденфосфоранами (I, R=алкил). Фосфораны (II) бензилиденового типа обладают обычно окраской от желтой до темно-красной, хотя при наличии определенных группировок могут быть и другого цвета (например, изумрудно-зеленые антрахинониметиленфосфораны [22]). Они образуются в органической фазе при перемешивании растворов фосфонийгалогенидов бензильного типа (III) в метиленхлориде с 50%-ной щелочью под действием ионов OH^- , переносимых в органическую fazу самим фосфоний-катионом. Поэтому применять специальный катализатор фазового переноса нет необходимости. Если к этому раствору сразу же прибавлять хлорангидрид кислоты, то происходит реакция ацилирования.

Образующиеся при этом ацилированные иллиды (V-XIX) (см. таблицу) — кристаллические вещества, обладающие окраской от светло-желтой до темно-оранжевой [соединения (VII, XII, XIV) бесцветны]. Полоса поглощения карбонильной группы, связанной с иллидным углеродом

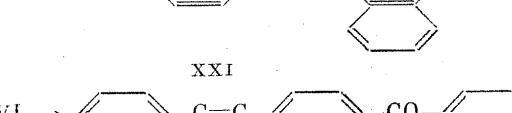
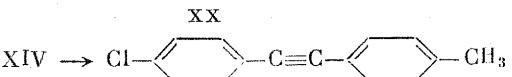
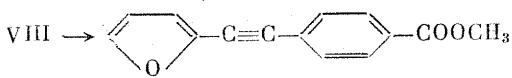


X = Cl, Br (III); Ar-2,4-Cl₂C₆H₃, R = 3-O₂NC₆H₄ (V); 4-O₂NC₆H₄, 3-O₂NC₆H₄ (VI); Ph, Ph (VII);



дом, в их ИК спектрах смещена в область 1500—1600 cm^{-1} , что уже неоднократно отмечалось в литературе для соединений такого типа. Частоты поглощения других функциональных групп, связанных с ароматическими радикалами, находятся в своих обычных областях спектра.

Арил(ацил)метилентрифенилфосфораны (V—XIX) могут быть использованы как полупродукты для синтеза других соединений. При нагревании их до температуры плавления происходит внутримолекулярная реакция Виттига с образованием диарилациленов. В качестве примеров мы подвергли термолизу фосфораны (VIII, XIV, XVI) и получили функционально замещенные диарилэтины (XX—XXII).



Оба класса соединений, вступающих в реакцию ацилирования, — иллиды (II) и ацилгалогениды — чувствительны к влаге и тем более к щелочи. Поэтому основная реакция сопровождается побочными процессами гидролиза арилиденфосфоранов (образующих при этом метиларены) и хлорангидридов. Все же при применении концентрированного раствора щелочи, действующей на органические растворители в некоторой степени как осушающее средство [18], содержание влаги в органической фазе неизначительно, и находящиеся в этой фазе иллиды и хлорангидриды в основном реагируют между собой. Однако реагенты должны быть достаточно активны, прежде всего это относится к ацилгалогенидам.

Ацилирующие средства

Бензоилхлорид и близкие к нему по реакционной способности либо более активные ароматические хлорангидриды легко ацилируют в этих условиях фосфораны (II) и дают продукты с удовлетворительными

Ацилированные фосфораны $\text{Ph}_3\text{P}=\text{C(Ar)}-\text{COR}$ (V—XIX)

№ соединения	Выход, %	Т. пп. (с разл.) ^a , °С (растворитель)	ИК спектр ^{a, b} γ _v (C=O) в P=C(O)	Найдено, %			Вычислено, %		
				C	H	C1, N, P	C	H	C1, N, P
V	50	228 (CCl_4 —гексан) 190—191 (этанол) 192—193 ^c (этанол)	1530—1540 б-г 1510 а, к	66.76 70.93 84.73 75.26	3.82 4.40 5.36 4.81	Cl 12.24 P 5.66 P 6.61 P 6.42	$\text{C}_{32}\text{H}_{22}\text{Cl}_2\text{NO}_3\text{P}$ $\text{C}_{32}\text{H}_{23}\text{N}_2\text{O}_3\text{P}$ $\text{C}_{32}\text{H}_{25}\text{OP}$ $\text{C}_{32}\text{H}_{25}\text{O}_4\text{P}$ $\text{C}_{32}\text{H}_{27}\text{O}_2\text{P}$	67.38 70.33 84.19 76.48 80.99	3.89 4.24 5.52 5.00 5.74
VI	65						$\text{C}_{32}\text{H}_{22}\text{Cl}_4\text{NO}_3\text{P}$	60.67	3.39
VII	62						$\text{C}_{33}\text{H}_{22}\text{Cl}_4\text{NO}_3\text{P}$	79.67	4.86
VIII	70	216 (этанол)	1515 а, ж	79.51	5.95	Cl 21.32	$\text{C}_{33}\text{H}_{24}\text{NO}_2\text{P}$	79.36	5.29
IX	35	199 (этанол)	1640 а, з	61.03	3.56	P 6.08	$\text{C}_{34}\text{H}_{27}\text{O}_3\text{P}$	85.35	5.37
X	46	189—190 (бензоль—гексан) 194—195 (этанол)	1540 б, в, и 1515 а 1510 б, к 1510 а (этанол)	78.85 78.75 84.42 84.42	4.91 5.13 5.48 5.20	P 6.06 P 5.97 Cl 6.65 N 2.36	$\text{C}_{35}\text{H}_{27}\text{O}_2\text{P}$ $\text{C}_{36}\text{H}_{28}\text{Cl}_2\text{O}_2\text{P}$ $\text{C}_{37}\text{H}_{28}\text{Cl}_2\text{O}_2\text{P}$	80.07 85.35 79.02	5.08 5.29 4.90
XI	60	223 (этанол)					$\text{C}_{38}\text{H}_{28}\text{NO}_3\text{P}$	83.55	5.03
XII	63	205—206 (этанол)	1525 б	80.82	5.20	Cl 6.65	$\text{C}_{39}\text{H}_{29}\text{O}_2\text{P}$	75.59	4.88
XIII	70	202—203 (бензоль—гексан)	1520 б, л, м	78.20	5.08	N 2.36	$\text{C}_{39}\text{H}_{29}\text{N}_3\text{O}_3\text{P}$	81.51	5.44
XIV	67	210—211 (CCl_4 —гексан)	1520 б, н	83.43	5.14	P 5.62	$\text{C}_{39}\text{H}_{31}\text{N}_2\text{O}_2\text{P}$	79.86	4.69
XV	50	197—198 (этанол)	1515 а, м, о	74.65	4.96	N 6.73	$\text{C}_{40}\text{H}_{32}\text{NO}_3\text{P}$	81.51	5.45
XVI	80	209—210 (CCl_4 —гексан)	1510 а	80.92	5.64	P 5.26	$\text{C}_{40}\text{H}_{32}\text{NO}_3\text{P}$	79.86	4.69
XVII	60	212—213 (CCl_4 —гексан)	1520 а, м, и	80.53	4.78	P 5.28	$\text{C}_{41}\text{H}_{33}\text{NO}_3\text{P}$		
XVIII	52	210 (бензоль—гексан)							
XIX	45								

Приимечание:
а) В КВт. б) В вазелиновом масле. в) Маскируется полосой группы NO_2 . г) $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1370$, $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1365$, $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1350$. д) $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1285$, $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1275$, $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1265$. е) $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1365$. ж) $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1365$. з) $\nu_{as}(\text{NO}_2) 1365$.

хорошими выходами. Хлорангидриды с пониженной реакционной способностью не дают в этих условиях ацилированных фосфоранов. Это относится, в частности, к *o*-бромбензоилхлориду из-за пространственных затруднений, оказываемых атомом брома в орто-положении. При уменьшении скорости реакции хлорангидрида с илидом в большей степени идет конкурирующая реакция гидролиза последнего. Одновременно образующиеся в небольшом количестве ацилированные илиды вследствие наличия избытка хлорангидрида подвергаются вторичному ацилированию.

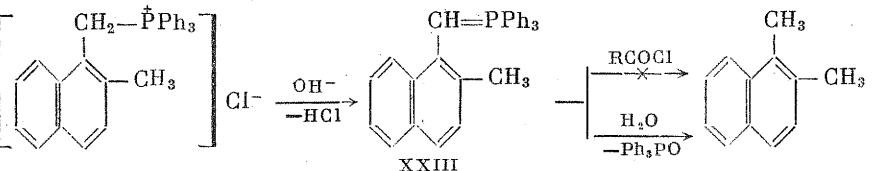
Хлорангидриды алифатических кислот в описанных условиях двухфазной системы также не дают ацилированных фосфоранов либо образуют их с незначительными выходами. Возможно, в некоторой степени это связано с большей растворимостью этих хлорангидридов в водной среде. Другой причиной может быть то, что соединения типа RCH_2COCl , содержащие в *α*-положении Н-атомы, при действии оснований могут отщеплять HCl с образованием кетенов. Возможны также процессы вторичного ацилирования. Однако хлормурывинный эфир $\text{ClCOOC}_2\text{H}_5$, по своей природе относящийся к хлорангидридам, но уступающий им по реакционной способности, реагирует с арилиденфосфоранами, особенно более стабильными из них, с образованием ацилированных продуктов (IX), хотя и с более низкими выходами.

Ангидриды карбоновых кислот, являющиеся менее активными ацилирующими агентами по сравнению с хлорангидридами и более пространственно затрудненными, не ацилируют фосфорилидов в двухфазной системе, содержащей водную щелочь. Естественно, что не могут быть использованы еще менее активные, чем ангидриды, ацилирующие средства.

Природа фосфониевой соли и фосфорилида

Как уже отмечалось, в описываемых условиях двухфазной системы можно успешно ацилировать «умеренные» илиды — арилметилентрифенилфосфораны (II), образующиеся из (арилфенил)трифенилфосфонийгалогенидов (III). Выходы повышаются при увеличении стабильности илидов (II), чему благоприятствуют электроноакцепторные заместители в арилidenовой части молекулы илида.

Стерические факторы в молекулах илидов также затрудняют реакцию ацилирования. Примером может служить фосфоран (XXIII), илидный углерод которого связан с нафталиновым циклом в положении 1. В некоторой степени второе бензольное кольцо с одной стороны и метильная группа в положении 2 затрудняют доступ хлорангидрида к этому углероду. Поэтому реакция идет с малыми по размерам молекулами H_2O (или анионами OH^-), действие которых к тому же направлено не на илидный углерод, а на более удаленный атом фосфора, и гидролиз фосфорана становится преобладающим процессом.



Если же группа CH_3 отсутствует, как в фосфоране [(II), $\text{Ar}=1\text{-нафтил}$], или она удалена от илидного углерода [(II)F $\text{Ar}=4\text{-метил-1-нафтил}$], то продукты ацилирования (VIII, XIV) образуются с хорошими выходами. Более слабое влияние оказывают атомы хлора, находящиеся в одном ($\text{Ar}=2,4\text{-Cl}_2\text{C}_6\text{H}_3$) или даже обоих орто-положениях ($\text{Ar}=2,3,5,6\text{-тетрахлор-4-метилфенил}$)бензилиденовой части молекулы [Синтез соединений (V, X)].

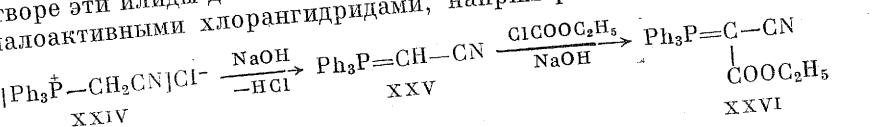
Не получены чистые продукты ацилирования с (9-антрилметил)трифенилфосфонийиодидом. Здесь сказываются и пространственные факторы

и большая основность (а значит, более трудное образование) соответствующего илида вследствие пониженной ароматичности среднего цикла молекулы антрацена.

Ацилирование бензофенонилметилентрифенилфосфорана [(II), Ar=
=4-PhCO₂H₄] идет нормальным образом по илидному углероду. Не наблюдается переноса реакционного центра на карбонильный кислород, как это имеет место в случае α -ацилфосфоранов, в которых карбонильная группа непосредственно связана с илидным углеродом.

Очень реакционноспособные алкилиденфосфораны [(I), R=Alk] не могут быть проацилированы в данных условиях. Эти сильноосновные соединения с трудом образуются из соответствующих фосфониевых солей при действии щелочи (так, при проведении реакции Виттига требуется многочасовое, иногда многодневное перемешивание). В таких условиях хлорангидрид долго пребывать не может, в основном идет его гидролиз.

Напротив, алкилиденфосфораны, стабилизированные электроноакцепторными группами, как алкооксикарбонилметилентрифенилфосфоран (XXV), или образующийся из соли (XXIV) цианметилентрифенилфосфоран (XXV), легко реагируют с хлорангидридами в двухфазной системе с образованием ацилированных фосфоранов. Благодаря большей стабильности соединений типа (XXV) и возможности более длительного существования их в растворе эти илиды дают с хорошими выходами продукты ацилирования и с малоактивными хлорангидридами, например хлоругольным эфиром.



Аналогично идет реакция с бензоилхлоридом и другими ароматическими хлорангидридами, в том числе *o*-бромбензоилхлоридом.

Условия проведения реакций

Реакции идут при комнатной температуре, умеренном перемешивании раствора фосфониевой соли в CH₂Cl₂ с 50%-ным раствором NaOH и постепенным прибавлении хлорангидрида в течение 10–15 мин. Некоторое снижение температуры (до 10–15 °C) увеличивает выход продукта реакции. В большинстве случаев метиленхлорид можно также заменить хлороформом. Следует довольно строго придерживаться этих условий, так как при их изменении могут преобладать побочные процессы. Если хлорангидрид прибавлять слишком медленно, то в его отсутствие значительная часть фосфорана (II) гидролизуется, что приводит к снижению выхода продукта реакции. Лишь в случае фосфоранов, арилиденовая часть которых содержит электроноакцепторные заместители, например циклы антрахинона [22], увеличивающие стабильность этих соединений, хлорангидрид можно прибавлять медленнее. При работе с такими фосфоранами допустим также некоторый избыток хлорангидрида. Для более активных илидов следует избегать наличия в реакционной смеси избытка реагента (исключение — хлорформиаты) ввиду возможности вторичного ацилирования с образованием непредельных сложных эфиров, что является предметом отдельного сообщения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры соединений (V, X, XII, XIV–XVI) сняты в вазелиновом масле на спектрофотометре UR-10, соединений (VI, VIII, IX, XI, XIII, XVII, XIX) в KBr на приборе PYE Unicam SP3-300, диарилалкинов (XX–XXII) в CH₂Cl₂ (Specord 75-IR).

Арил(ацил)метилентрифенилфосфораны (V—XIX). Растворяли 0.01 моля фосфониевой соли (III) в 30 мл CH₂Cl₂,

приливали 5–10 мл 50%-ного водного раствора NaOH, включали мешалку и тотчас же начинали добавлять по каплям раствор 0.01 моля хлорангидрида в 10 мл метиленхлорида, прибавление которого при умеренном перемешивании вели в течение 10–15 мин. После прибавления всего хлорангидрида перемешивание продолжали еще в течение 10 мин, под конец разбавляли смесь водой, перемешивали. Получившийся таким образом разбавленный раствор щелочи вспыхивает на поверхности. Органический слой отделяли, растворитель удаляли, остаток после высушивания кристаллизовали. Выходы, аналитические, спектральные данные и растворители для кристаллизации соединений (V—XIX) указаны в таблице.

Это кискарбонил(ацил)метилентрифенилфосфоран (XVI) получали аналогично из цианметилтрифенилфосфонийхлорида (XXIV) и этилхлорформиата. После удаления CH₂Cl₂ остаток кристаллизовали из смеси этанол—вода (3 : 1). Бесцветное вещество, выход 60 %, т. пл. 205 °C (литературные данные [23]: т. пл. 204–205 °C). ИК спектр (в CH₂Cl₂), см⁻¹: 2175 o с (C≡N), 1640 o с (C=O).

1-(4-Метокискарбонилфенил)-2-(2-фуроил)-этин (XX). Нагревали 2 ммоля 4-метокискарбонилфенил(2-фуроил)-метилентрифенилфосфорана (VIII) до плавления и выдерживали при температуре 200–210 °C в течение 30 мин. Охлажденный плав кристаллизовали из этанола. Получили бесцветное вещество (XX), выход 95 %, т. пл. 98 °C. ИК спектр см⁻¹: 2200 (C≡C), 1720 (C=O), 1260–1280 (C—O). Найдено, %: C 73.78, 73.92; H 4.20, 4.41. C₁₄H₁₀O₃. Вычислено, %: C 74.33; H 4.46.

1-(4-Метил-1-нафтил)-2-(4-хлорфенил)этин (XXI) получен аналогично веществу (XX) из фосфорана (XIV) в виде блестящих иголок с т. пл. 106 °C (из этанола). Выход 90 %. ИК спектр см⁻¹: 2200 (C≡C). Найдено, %: Cl 12.47, 12.68. C₁₉H₁₃Cl. Вычислено, %: Cl 12.81.

1-(4-Бензоилфенил)-2-фенилэтин (XXII) получен из фосфорана (XVI) с выходом 85 %, т. пл. 117 °C (этанол : вода, 3 : 1). При необходимости повторная кристаллизация из петролейного эфира. ИК спектр см⁻¹: 2210 (C≡C), 1655 (C=O). Найдено, %: C 88.73, 89.02; H 4.92, 5.23. C₂₁H₁₄O. Вычислено, %: C 89.33, H 5.00.

4-Метокискарбонилбензил трифенилфосфоний бромид [(III), Ar=4-CH₃OOCC₆H₄, X=Br]. Метиловый эфир в CCl₄ в присутствии пероксида бензоила. После окончания реакции сукцинимид отфильтровали, из фильтрата CCl₄ отогнали, остаток кристаллизовали из метанола, получили продукт с т. пл. 52–53 °C. Метиловый эфир 4-(бромметил)бензойной кислоты (0.05 моля) и эквивалентное количество трифенилфосфина в 100 мл бензола кипятили в течение 3 ч. Выпавшую соль отфильтровали, выход 92 %, т. пл. 235–236 °C (из воды). Найдено, %: Br 16.04, 15.95. C₂₇H₂₄BrO₂P. Вычислено, %: Br 16.26.

4-(4-Метилфенилазо)бензилтрифенилфосфоний бромид [(III], Ar=4'-CH₃C₆H₄—N=N—C₆H₄, X=Br]. Бромировали *n*-азотолуол (25 г, избыток), бромсукцинимидом (17.8 г) при кипении в CCl₄ (200 мл) с каталитическим количеством пероксида бензоила в течение 12 ч. Сукцинимид отфильтровали из горячего раствора, тровали и кристаллизовали из бензола, получили оранжевое вещество фосфониевой соли. Для этого кипятили 15 г 4-бромметил-4'-метилазобензола с 13 г трифенилфосфина в 150 мл бензола в течение 2 ч. Выпавшую соль отфильтровали из горячего раствора, промыли нагретым бензолом. Оранжевые кристаллы с т. пл. 260 °C (разл.), выход 85 %. Для очистки растворяли при подогревании в этаноле и добавляли до начала кристаллизации этилацетат. Найдено, %: Br 14.18, 14.31. C₃₂H₂₈BrN₂P. Вычислено, %: Br 14.49.

Выводы

1. Фосфорилиды, образующиеся из фосфониевых солей в двухфазной системе CH_2Cl_2 —50%-ный NaOH, вступают в реакцию с хлорангидридами кислот с образованием ацилированных илидов. В тех же условиях ацилируются «умеренные» илиды — арилметилентрифенилфосфораны (бензил-илиденфосфораны), а также стабилизированные электроноакцепторными группами CN , COOR алкилиденфосфораны. Не содержащие таких групп сильноосновные алкилиденфосфораны не ацилируются в этих условиях ввиду трудного их образования из фосфониевых солей при действии щелочи.

2. Пространственные затруднения в молекуле как илида, так и хлорангидрида уменьшают выход продуктов или вообще делают невозможной реакцию ацилирования малостабильных илидов в данных условиях. К хорошим результатам приводит применение главным образом хлорангидридов ароматических кислот. Не могут быть использованы ангидриды и другие (менее активные) ацилирующие средства.

3. Синтезирован ряд новых арил(ацил)метилентрифенилфосфоранов, которые могут быть использованы в органическом синтезе, в первую очередь для получения диарилацетиленов, в том числе функционально замещенных (термолиз).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bestmann H. J., Arnason B. — Chem. Ber., 1962, Bd 95, N 6, S. 1513—1526.
- [2] Bestmann H. J., Schulz H. — Lieb. Ann., 1964, Bd 674, S. 41—47.
- [3] Bestmann H. J., Geismann Ch. — Lieb. Ann., 1977, N 2, S. 282—287.
- [4] Gough S. T. D., Trippett S. — J. Chem. Soc., 1963, p. 2333—2337; 1964, p. 543—544.
- [5] Märkl G. — Chem. Ber., 1961, Bd 94, N 11, S. 3005—3010.
- [6] Chopard P. A., Searle R. J. G., Devitt F. H. — J. Org. Chem., 1965, vol. 30, N 4, p. 1015—1019.
- [7] Akiyama S., Nakasugi K., Nakagawa M. — Bull. Chem. Soc. Japan, 1971, vol. 44, N 8, p. 2231—2235.
- [8] Braga A. L., Comasseto J. V., Petragnani N. — Synthesis (BRD), 1984, N 3, S. 240—243.
- [9] Kobayashi Y., Yamashita T., Takahashi K., Kuroda H., Kumadaki Y. — Chem. Pharm. Bull., 1984, vol. 32, N 11, p. 4402—4409.
- [10] Zbiral E., Rasberger M. — Tetrahedron, 1968, vol. 24, N 6, p. 2419—2423.
- [11] Bestmann H. J., Kumar K., Kisielewski L. — Chem. Ber., 1983, Bd 116, N 6, S. 2378—2382.
- [12] Doleschall G. — Synthesis (BRD), 1981, N 6, S. 478—480.
- [13] Buzzetti F., Barbugian N., Gandolfi G. A. — Tetrahedron Lett., 1983, vol. 24, N 24, p. 2505—2508.
- [14] Strzelecka H. — Ann. chim., 1966, vol. 1, N 5—6, p. 201—220.
- [15] Makosza M., Serafin B. — Roczn. Chem., 1965, vol. 39, N 9, p. 1223—1231, 1799—1810.
- [16] Макоша М. — Усп. хим., 1977, т. 46, № 12, с. 2174—2202.
- [17] Вебер В., Гокель Г. Межфазный катализ в органическом синтезе. — М.: Мир, 1980. 328 с.
- [18] Яновская Л. А., Юфит С. С. Органический синтез в двухфазных системах. — М.: Химия, 1982. 184 с.
- [19] Листван В. Н. — ЖВХО, 1985, т. 30, № 2, с. 233.
- [20] Листван В. Н., Стасюк А. П., Блощук Л. Н. Новые методические принципы в органическом синтезе. IV всесоюзный симпозиум по органическому синтезу. Тезисы докладов. — М.: Наука, 1984, с. 69—70.
- [21] Листван В. Н., Стасюк А. П., Краечук Л. И. Тезисы докладов VIII всесоюзной конференции по химии фосфорорганических соединений. — Казань, 1985, ч. 2, с. 54.
- [22] Листван В. Н., Стасюк А. П. — ЖОХ, 1985, т. 55, вып. 4, с. 756—762.
- [23] Martin D., Niclas H. J. — Chem. Ber., 1967, Bd 100, N 1, S. 187—195.

Житомирский
педагогический институт

Поступило в Редакцию
6 июня 1986 г.