

Исследование химической стойкости различных поверхностей и материалов, используемых при производстве лабораторной мебели

Качество лабораторной мебели, ее долговечность во много определяются материалами, используемыми при ее производстве. Особое внимание должно быть уделено рабочим поверхностям, на которые приходится наибольшее воздействие агрессивных сред. В 2014 г. наша компания ЗАО «Лабораторное оборудование и приборы» совместно с Химико-аналитическим Центром «Арбитраж» при ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» провела исследования по определению химической стойкости наиболее распространенных материалов и рабочих поверхности, используемых нами и другими российскими производителями специализированной лабораторной мебели. В исследовании принимали участие 16 материалов, определялось воздействие на каждого из них 32 различных реагентов. Тестирование проводилось согласно рекомендациям SEFA (Scientific Equipment and Furniture Association) и устанавливалась степень воздействия каждого реагента после 1 ч и 24 ч.

Перечень испытываемых материалов

1. Монолитная техническая керамика Fridurit[®] от компании Friatec (Германия).
2. Специализированная лабораторная керамика K8 (Германия)
3. Керамогранит (Италия)
4. Композитных материал на основе эпоксидных смол Durcon[®] от компании Durcon Incorporation (США). С 14 октября 2013 г. компания Durcon принадлежит компании Wilsonart International
5. Композитных материал на основе эпоксидных смол Vite (Китай)
6. Лабораторный ламинат высокого давления (HPL) Trespa[®] Top Lab^{Plus}[®] компании Trespa International BV (Голландия)
7. Лабораторный ламинат высокого давления (HPL) Wilsonart Protector[®] компании Wilsonart International (Китай)
8. Лабораторный ламинат высокого давления (HPL) LabGrade[®] компании АВЕТ-Laminati (Италия)
9. Ламинат высокого давления (HPL) Слопласт компании ООО «Завод слоистых пластиков» (Россия)
10. Ламинат высокого давления (HPL) Trespa Athlon[®] компании Trespa International BV (Голландия)
11. Ламинат бытовой (Россия)
12. Полипропилен Polystone PP[®] компании Röchling (Германия)
13. ПВХ Trovidure[®] EN компании Röchling (Германия)
14. Поликарбонат Lexan[®]
15. Химически стойкий стеклопластик (Россия)
16. Нержавеющая сталь марки 304 (Россия)

Процедура проведения эксперимента

Исследования поверхностей на химическую стойкость проводились согласно протоколу SEFA (Scientific Equipment and Furniture Association). Капали 5 капель каждого реагента на чистую испытываемую поверхность и накрывали часовым стеклом. В случае летучих реагентов тест проводился следующим образом: ватный шарик смачивали реагентом, помещали на анализируемую поверхность и накрывали стеклянной пробкой для предотвращения испарения реагента. Все тесты проводились при комнатной температуре (21 °С) в течение 1 ч воздействия реагентов (протокол SEFA 8.0) и 24 ч (протокол SEFA 3.0). По окончании времени воздействия реагент убирался с поверхности, поверхность промывалась водой и сушилась. Оценка воздействия реагентов на поверхности проводилась спустя 24 ч после удаления реагентов.

Поскольку тест на химическую стойкость является визуальным, то результат может зависеть от цвета испытываемой поверхности. Для чистоты эксперимента поверхности одинакового класса были выбраны близкие по цвету.

Результаты исследований после 1 часа воздействия химических веществ

№ п/п	Наименование реагента	Тестируемые поверхности															
		Керамики			Композиты		HPL пластики					Другие материалы					
		Монолитная техническая керамика Fridurit®	Лабораторная керамика K8	Керамогранит	Durcon®	Vite	Trespa® Plus® Top Lab	Wilsonart Protector®	LabGrade®	Trespa Athlon®	Слопласт	Ламинат	Полипропилен Polystone PP®	ПВХ Trovidure® EN	Поликарбонат Lexan®	Химически стойкий стеклопластик	Нержавеющая сталь марки 304
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Азотная кислота (72%)	0	0	0	2	2	1	1	3	3	3	3	0	0	0	2	0
2	Азотная кислота (10%)	0	0	0	1	0	0	0	2	1	3	3	0	0	0	0	0
3	Серная кислота (98%)	0	0	0	3	3	0	1	3	3	3	3	0	0	0	3	0
4	Серная кислота (10%)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	0	0	0	0	3
5	Соляная кислота (37%)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	3
6	Соляная кислота (10%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
7	Фосфорная кислота (85%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
8	Царская водка	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	3
9	Плавиковая кислота (40%)	3	3	3	2	3	2	0	3	2	3	2	0	0	0	3	3
10	Хромовая смесь	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0
11	Ледяная уксусная кислота	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Гидроксид натрия (40%)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
13	Гидроксид натрия (10%)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
14	Гидроксид аммония (25%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Йод (1н раствор)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
16	Перекись водорода (30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Перманганат калия (0,1н)	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
18	Метилловый красный (1% раствор)	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
19	Бромтимоловый синий (1% раствор)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Ацетон	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
21	Этанол	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Этилацетат	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
23	Дихлорометан	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0
24	Хлороформ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
25	ДМСО (диметилсульфоксид)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
26	ДМФ (диметилформамид)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
27	Ацетонитрил	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Толуол	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
29	n-Гексан	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	ТГФ (тетрагидрофуран)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
31	Уайт-спирит	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Реагент Карла-Фишера	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 - без изменений

1 – отлично (слабовыраженное пятно, структура поверхности не нарушена)

2 - хорошо (ярковыраженное пятно, структура поверхности не нарушена)

3 – удовлетворительно (пятно с разрушением структуры поверхности, протравливание поверхности, серьезные дефекты поверхности с потерей цвета и т.д.)

4 - разрушение (растворение поверхности, ее деформация, кратеры и трещины на поверхности материала)

Результаты исследований после 24 часов воздействия химических веществ

№ п/п	Наименование реагента	Тестируемые поверхности															
		Керамики			Композиты		HPL пластики					Другие материалы					
		Монолитная Техническая керамика Fridurit®	Лабораторная керамика K8	Керамогранит	Durcon®	Vite	Trespa® Plus® Top Lab	Wilsonart Protector®	LabGrade®	Trespa Athlon®	Слопласт	Ламинат	Полипропилен Polystone PP®	ПВХ Trovidure® EN	Поликарбонат Lexan®	Химически стойкий стеклопластик	Нержавеющая сталь марки 304
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Азотная кислота (72%)	0	0	0	2	3	2	2	3	3	3	3	1	0	2	3	0
2	Азотная кислота (10%)	0	0	0	2	3	0	0	3	3	3	3	0	0	2	3	0
3	Серная кислота (98%)	0	0	0	3	3	0	1	3	3	3	3	0	0	0	3	0
4	Серная кислота (10%)	0	0	0	0	1	0	0	2	3	3	3	0	0	0	0	3
5	Соляная кислота (37%)	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	3
6	Соляная кислота (10%)	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	3
7	Фосфорная кислота (85%)	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	1	3
8	Царская водка	0	0	0	2	3	2	2	3	3	3	3	1	0	2	0	3
9	Плавиковая кислота (40%)	3	3	3	2	3	3	1	4	3	3	3	0	0	0	1	3
10	Хромовая смесь	0	0	0	3	3	0	0	2	2	3	1	0	0	0	0	0
11	Ледяная уксусная кислота	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Гидроксид натрия (40%)	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
13	Гидроксид натрия (10%)	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
14	Гидроксид аммония (25%)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Йод (1н раствор)	0	0	0	0	2	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0
16	Перекись водорода (30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0
17	Перманганат калия (0,1н)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
18	Метилловый красный (1% раствор)	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
19	Бромтимоловый синий (1% раствор)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Ацетон	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1	0
21	Этанол	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Этилацетат	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0
23	Дихлорометан	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0
24	Хлороформ	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0
25	ДМСО (диметилсульфоксид)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
26	ДМФ (диметилформамид)	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1	0
27	Ацетонитрил	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Толуол	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
29	n-Гексан	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	ТГФ (тетрагидрофуран)	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
31	Уайт-спирит	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Реагент Карла-Фишера	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 - без изменений

1 – отлично (слабовыраженное пятно, структура поверхности не нарушена)

2 - хорошо (ярковывраженное пятно, структура поверхности не нарушена)

3 – удовлетворительно (пятно с разрушением структуры поверхности, протравливание поверхности, серьёзные дефекты поверхности с потерей цвета и т.д.)

4 - разрушение (растворение поверхности, ее деформация, кратеры и трещины на поверхности материала)

Обсуждение результатов

Полученные в ходе исследований результаты отчетливо показали, что наиболее химически стойким материалом для рабочих поверхностей в химических лабораториях, работающий с большим количеством агрессивных сред является керамика, в особенности специализированная лабораторная керамика К8 и монолитная техническая керамика Fridurit®. Данные керамики прекрасно держат воздействие даже концентрированных кислот, щелочей, не обладают пористой поверхностью, благодаря чему не окрашиваются красящими веществами. Керамические изделия жаропрочные, не горят (класс А1 строительным материалов), не царапаются. Монолитная плита из лабораторной керамики К8 (доступная как с глазурированной поверхностью так и нет) значительно дешевле монолитной технической керамики Fridurit®, но выпускается только в максимальном размере 1280*1280*8 мм, что не позволяет изготавливать монолитные столешницы больших размеров. Более того, керамика К8 является довольно хрупким материалом и изготавливать из нее большие монолитные рабочие поверхности не рекомендуется. Глазурированная техническая керамика Fridurit® может выпускаться размерами до 2000*900 мм и в двух вариантах – толщиной 20 мм без бортика и толщиной 26 мм с бортиком высотой 8 мм. Наша компания рекомендует для большинства задач связанных с постоянным использованием крайне агрессивных сред (концентрированные кислоты и щелочи, нагрев поверхности) использовать монолитную керамику Fridurit® в качестве рабочих поверхностей. В качестве материала для футеровки внутренних поверхностей каких-либо специальных изделий, например футеровка внутренних стенок вытяжных шкафов для работ с кислотами, идеальным решением является лабораторная керамика К8. Благодаря небольшой толщине в 8 мм она не делает изделие слишком тяжелым, но в тоже время прекрасно держит температуру и воздействие агрессивных реагентов.

В качестве эконом-варианта рабочих столешниц, которые с одной стороны должны выдерживать температуру, быть химически стойкими, но с другой недорогими, мы предлагаем использовать керамогранитные плитки. Керамогранит имеет хорошую устойчивость к воздействию различных химических сред, но является довольно пористым материалом и со временем может окрашиваться красителями.

Единственным химическим реагентом, действующим на вышеуказанные керамические материалы, является плавиковая кислота. В случае с керамогранитом и керамикой К8 на поверхности наблюдается образование белесого пятна даже после 1 ч воздействия 40% плавиковой кислоты. При воздействии плавиковой кислоты на Fridurit® образование пятна слабо заметно т.к. поверхность материала глянцевая и пятно видно только под определенным углом зрения. Лучшее всего результат воздействию ощущается на ощупь т.к. поверхность вместо гладкой становится шероховатой. Если разлитую на поверхности плавиковую кислоту сразу удалить, то протравливание верхнего слоя не происходит.

В серии экспериментов по сравнению химической стойкости композитных материалов нами были протестированы два образца: широко известный и разрекламированный эпоксидный компаунд Durcon® и эпоксидный материал Vite. Обе поверхности являются монолитными. При воздействии на образцы реагентов в течение даже 1 ч на обоих образцах появились ярко выраженные пятна. На материале Durcon пятна образуются при воздействии азотной, серной и плавиковой кислотами, хромовой смеси. Слабовыраженные пятна есть от воздействия щелочи и даже от органических растворителей (ацетон, хлороформ, ДМФ, ДМСО, ТГФ). При воздействии красящего вещества поверхность прокрасилась, и пятно невозможно было удалить. Материал Vite при воздействии 1 ч показал себя немного лучше Durcon. На нем также было заметно воздействие некоторых кислот, но он показал лучшую устойчивость к органическим растворителям и к красящим веществам. По результатам тестирования при воздействии реагентов в течение 24 ч оба материала показали схожие результаты. Использовать материалы Durcon и Vite в качестве рабочих поверхностей, особенно когда планируется работа с большим количеством красящих, веществ мы не рекомендуем.

При тестировании HPL пластиков высокого давления были протестированы образцы Wilsonart® Protector, Trespa® TopLab^{Plus}®, LabGrade®, Слопласт и Trespa Athlon®. Первые три образца поверхностей являются специализированными пластиками и предназначены для использования в химических лабораториях. Последние два пластика являются бытовыми. Ключевым отличием всех HPL пластиков является верхний защитный слой, который и определяет потребительские свойства и качество продукта. Лабораторный пластик LabGrade® по химической стойкости значительно уступает Wilsonart® Protector и Trespa® TopLab^{Plus}® в особенности по воздействию на него кислот. От большинства кислот на поверхности остаются ярко выраженные пятна с повреждением поверхностного слоя. Данный пластик можно использовать только в тех случаях, когда в лаборатории нет каких-либо работ связанных с использованием кислотных реагентов. Бытовые пластики Слопласт и Trespa Athlon® показали схожие между собой результаты и по своей химической стойкости они немного уступают LabGrade®. Использовать в качестве рабочих поверхностей данные материалы мы не рекомендуем, но использовать их при изготовлении каких-либо элементов мебели не контактирующих с агрессивными реагентами (например, дверцы в тумбах, брызгозащитные экраны) вполне можно.

Специализированные лабораторные пластики Wilsonart® Protector, Trespa® TopLab^{Plus}® показали самые лучшие результаты. По химической стойкости они близки и значительно превосходят химическую стойкость композитных материалов. Материал Wilsonart® Protector выпускается только китайским подразделением американской компании Wilsonart International с производством в Шанхае, материал Trespa® TopLab^{Plus}® выпускается только на заводе Trespa International BV в Голландии. Наша компания обладает эксклюзивными правами на материалы компании Trespa на территории РФ. Данный материал обладает не только великолепной стойкостью к химическим веществам, но также обладает антибактериальной активностью (данные подтверждены соответствующим сертификатом), благодаря чему Trespa® TopLab^{Plus}® нашла активное применение в лабораториях микробиологического профиля и в лабораториях генной инженерии*. Большинство европейских производителей лабораторной мебели используют Trespa® TopLab^{Plus}®. О качестве материалов Trespa говорит тот факт, что компания-производитель дает **10 летнюю гарантию**** на свою продукцию Trespa® TopLab^{Plus}®.

В последней серии экспериментов были протестированы материалы: ламинат, полипропилен, поливинилхлорид, поликарбонат, стеклопластик и нержавеющая сталь.

Ламинат показал плохую стойкость к кислотному воздействию и его нельзя использовать в качестве рабочих поверхностей лабораторной мебели для химических лабораторий, но он может быть использован в изготовлении столов для персонала, столов для физических лабораторий, где предполагается размещение только физического оборудования.

Полипропилен, поливинилхлорид и поликарбонат обладают великолепной устойчивостью к воздействию кислот и щелочей. Стеклопластик, изготовленный из химически стойкой связующей смолы, показал заметно худшие результаты. На нем отчетливо видно протравливание поверхности после воздействия концентрированными кислотами. Наша компания рекомендует для специализированных изделий для работы с кислотами (включая плавиковую кислоту) и щелочами использовать изотактический полипропилен Polystone PP®. Данная марка полипропилена доступна различных толщин, материал великолепно варится и можно изготовить полностью герметичное изделие. Из данного полипропилена наша компания изготавливает специализированные вытяжные шкафы для работ с кислотами, шкафы и тумбы для хранения кислот и щелочей. Единственным существенным недостатком полипропилена является его температурная чувствительность, но данный недостаток легко устраняется путем использования кислотостойкой термоустойчивой керамики в тех изделиях, где планируется установка нагревательного оборудования. В качестве примера можно привести вытяжные шкафы для работ с кислотами, где вся внутренняя капсула изготовлена из полипропилена, а стенки шкафа футерованы керамикой. Помимо нашей компании большинство европейских производителей лабораторной мебели (например, Köttermann, Германия) используют полипропилен для изготовления изделий для работ и хранения кислот и щелочей.

Поливинилхлорид и поликарбонат также как и полипропилен обладают хорошей устойчивостью к воздействию кислот и щелочей, но они, в отличие от полипропилена, легко разрушаются при воздействии на них полярных органических растворителей, причем поликарбонат более чувствителен, чем ПВХ. Прозрачные модули ПВХ Trovidure® EN мы рекомендуем использовать в подъемных экранах вытяжных шкафов для работ с плавиковой кислотой. Применение закаленного стекла при работе с плавиковой кислотой недопустимо т.к. поверхность стекла протравливается и быстро становится мутной, использование же прозрачного ПВХ решает данную проблему.

Тестирование нержавеющей стали марки 304 показало следующие результаты: поверхность неустойчива к воздействию разбавленных кислот, происходит ее протравливание, поэтому использование нержавеющей стали данной марки при изготовлении изделий для работ с кислотами не рекомендуется. В то же время материал не окрашивается, выдерживает органические растворители и вещества. Использование нержавеющей стали целесообразно при изготовлении специализированных вытяжных шкафов и изделий для работ с ЛВЖ, нефтепродуктами и красящими веществами.

* Материал Trespa® TopLab^{Plus}® обладает “inherent antibacterial properties”. Антибактериальные свойства обусловлены уникальной непористой структурой поверхности, что препятствует проникновению и размножению микроорганизмов. Тесты, проведенные Industrial Microbiological Services Ltd. показали почти полное уничтожение определенного вида бактерий спустя 24 часа, причем поверхность не обрабатывалась какими-либо реагентами.

**При соблюдении условий эксплуатации указанных фирмой-производителем.