

Цитировано с ресурса

Очень подробная и научно-аргументированная статья о пластиках и их растворителях здесь <https://habr.com/ru/post/447794/>.

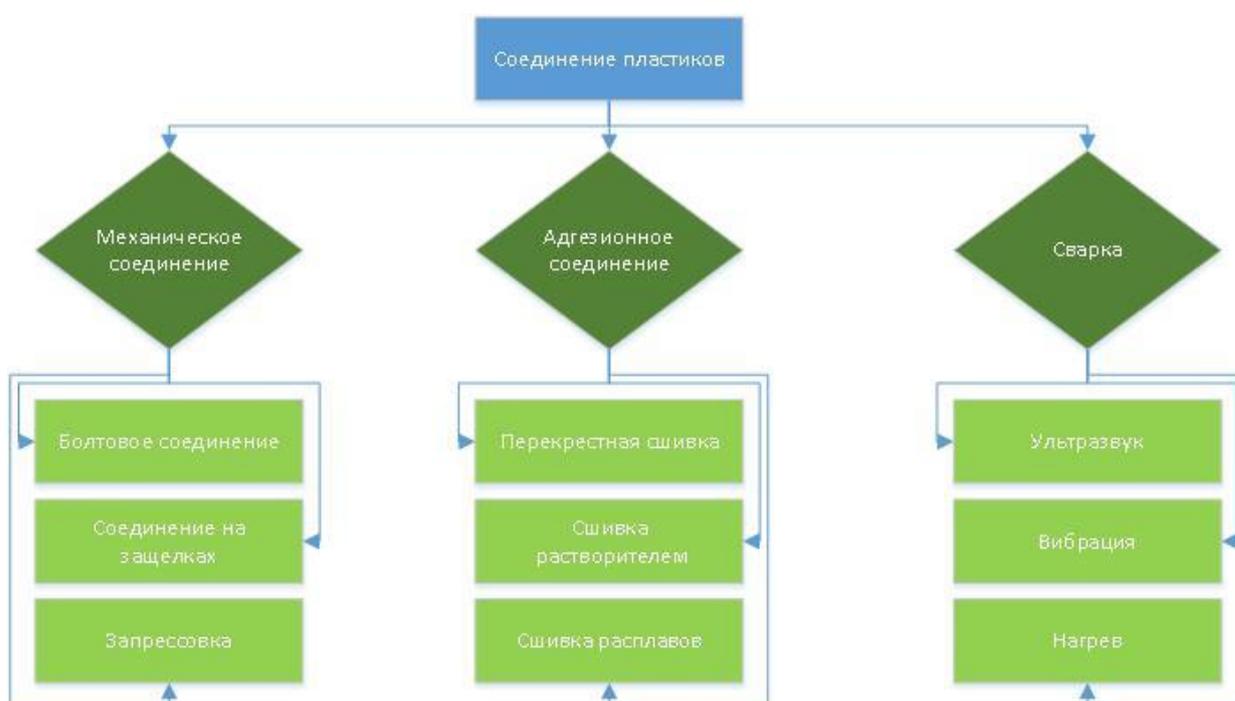
Ниже - краткая выжимка практически полезных данных.

...«золотое правило растворения» — *подобное растворяется в подобном* — работает и для полимеров. Т.е. соединения со сходной химической структурой более склонны к растворению, чем соединения с разной структурой.

...чем выше молекулярная масса полимера, тем ближе должен быть параметр растворимости растворителя и полимера для растворения полимера в растворителе.

...

Традиционно, в случае если вдруг понадобилось сростить несколько кусков пластика используют различные методы. Некоторые из них показаны на картинке:



В промышленности часто используется либо сварка основанная на физических методах (вроде ультразвуковой или лазерной), либо механическое соединение. Гораздо реже применяют адгезионные методы соединения (клеи, расплавы или растворы полимеров). Такие методы применяются при сборке пластиковых витрин в магазинах, склейке различных аквариумов, кофров и чехлов.

...

Еще со времен СССР изобретатели и просто рукастые граждане всех мастей клеили корпуса своих поделок из оргстекла и дихлорэтана. С приходом в нашу жизнь доступных 3D принтеров растворы полимеров получили вторую жизнь в виде подпорок, которые создаются при печати и которые в готовом изделии нужно как-то удалять. Не всегда это возможно (и целесообразно) делать механически, поэтому часто в дело вступает его величество «Растворитель пластмасс».

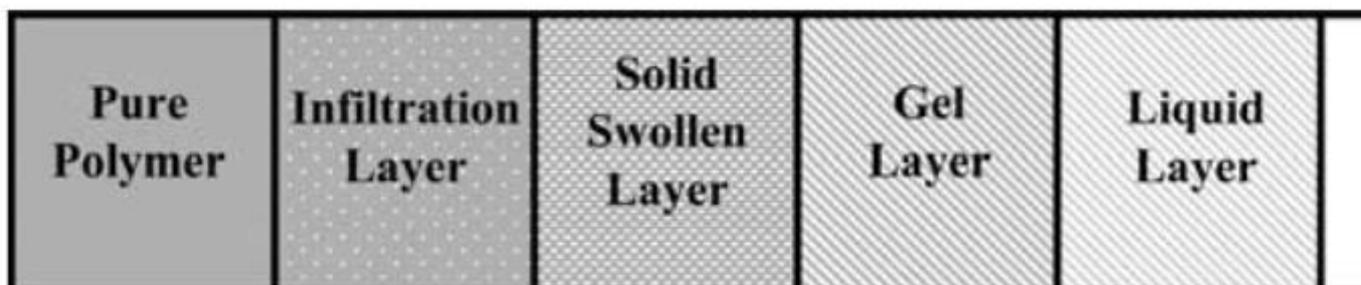
... химическая сварка пластика — это процесс объединения размягченных с помощью растворителя поверхностей пластмассы. Растворитель временно переводит полимер в «разреженное» при комнатной температуре состояние. Когда

это происходит, полимерные цепи могут свободно перемещаться в жидкости и могут смешиваться с другими такими же растворенными цепями. По прошествии некоторого времени растворитель за счет диффузии и испарения будет проникать через полимер и мигрировать в окружающую среду, а полимерные цепи — будут уплотняться (~упаковываться) и терять свою подвижность. Застывший клубок спутанных цепей полимеров — это и есть сварной шов при таком типе сварки.

Обычно нормальное растворение включает в себя стадию проникновения растворителя, стадию набухания полимера и стадию диффузии полимера в растворитель. Изначально застеклованный полимер содержит множество микроканалов и отверстий молекулярных размеров (приходящихся на т.н. инфильтрационный слой).



При контакте с растворителем, последний заполняет эти каналы и отверстия и запускает процесс диффузии (новые каналы при этом не образуются). Схематически такой поверхностный слой растворяющегося полимера выглядит так (грубо говоря, «клей» = гелеобразная масса, то, что находится посередине между твердым полимером и жидким растворителем):



...тема эта актуальна... появляются вопросы ...«чем обрабатывать»/«чем клеить»/«как растворить» тот или иной вид пластика. ...смотрим таблицу ниже и мотаем на ус.

ПЛАСТИК	ОБОЗНАЧЕНИЕ	Растворитель														
		Ацетон	Циклогексанон	N,N-диметил формамид (DMF)	Этилацетат	Дихлорэтан	Дихлорметан	Ледяная уксусная кислота	Метилэтилкетон	2-метокси этанол	N-метил пирролидон	O-дихлорбензол	Тетрагидрофуран	Тетрагидрофуран (ТГФ)	Толуол	Ксилол
Акрилонитрил-бутадиен-стирол	ABS															
Акрил	PAA, PAK, PMMA, AMMA, MMA															
Ацетилцеллюлоза	CA, CAB, CAP, CTA															
Полиарилэфир	PAE, PPE															
Полиарилсульфон	PAES, PES, PSU, PAS															
Поликарбонат	PC															
Полистирол	PS, EPS, XPS, OPS, HIPS															
Полисulfон	PSU															
Поливинилхлорид	PVC															
Полифениленоксид	PPO															
Стирол-акрилонитрил	SAN															
Винилиденхлорид	PVDC															
Полиамид (нейлон)	PA	Муравьиная кислота, фенол, резорцин, водный или спиртовой раствор крезоло, спиртовой раствор хлорида кальция (CaCl ₂)														

Темный квадрат в таблице на пересечении линий «полимер»-«растворитель», говорит о том, что химическую сварку с использованием данных компонентов провести представляется возможным. Притом если с вопросом наличия пластика проблем, как правило, не возникает, то достаточно часто возникает проблема с наличием нужного растворителя. Каждый выкручивается в меру своих возможностей — кто-то просто заказывает необходимые растворители, кто-то ищет их на блошином рынке, ну а кто-то пытается эмпирическим методом подобрать из того, что продается в магазинах. Под спойлером, если что, состав имеющихся в продаже растворителей для лаков и красок (взято с [chemister](#)).

...пару слов про полимеры, не попавшие в таблицу. Конечно же это любимый «народный» филамент — **PLA**, который растворяется лучше всего в полярных апротонных [растворителях](#): пиридин, N-метилпирролидон, этилацетат, пропиленкарбонат, диоксалан, диоксан, дихлорметан, хлороформ, ацетон (??-зависит от производителя PLA-филамента и содержащихся внутри «присадок», это же актуально и для других полимеров), нитробензол, ацетонитрил, диметилацетамид и т.д. Перспективный 3D полимер **PEEK** (он же полиэфиркетон) замечательно [растворяется](#) в 4-хлорфеноле (более жесткий вариант — смесь 80% хлороформа и 20% дихлоруксусной кислоты). Хлорфенолами (не только 4-, но и 2-хлорфенолом) можно растворить также и широко распространенный и горячо любимый **PET**. По просьбам читателей, упомяну и достаточно новый полимер PET-ряда, так называемый PETG (полиэтилентерефталат-гликоль). Как и старший брат, этот полимер устойчив к ряду доступных широко используемых компонентов, растворяется только в [HFIP](#) (гексафторпропанол). Мягкий и податливый **TPU** (термопластичный полиуретан), как и другие полиуретаны можно растворить в N, N-диметилформамиде (DMF), тетрагидрофуране, этилацетате, циклогексаноне, диметилацетамиде. Кстати, монтажная пена, это тоже полиуретан. ... Полимер **PCL** (поликапролактон) растворяется в [анизоле](#), 2,2,2-трифторэтаноле, N,N-диметилформамиде, метилпирролидоне, тетрагидрофуране, дихлорметане, ацетоне, хлороформе и ДМСО (диметилсульфоксид, он же продающийся в аптеке «Димексид»). **PDMS** (полидиметилсилоксан) широко используемый для прототипирования (особенно в научных учреждениях, имеющих отношение к микро- и нанофлюидике) растворяется с помощью ледяной уксусной кислоты. Кстати, подобными свойствами обладают и многие другие силиконы,

начиная от строительного двухкомпонентного, и заканчивая теми, на которые клеят стикеры с ценами (поэтому смыть остатки клея от ценника с ABS пластика, например, продуктивнее всего получится с использованием какой-нибудь уксусной эссенции). Ну и в завершение немного экзотики. EVA (этиленвинилацетат), PP (полипропилен), PE (полиэтилен, LD/HD) растворяются в 1,2,4-трихлорбензоле, а PVP (поливинилпирролидон) — в диметилацетамиде.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С РАСТВОРИТЕЛЯМИ

... правила ТБ, как известно, «писаны кровью» ...

Основные пути попадания растворителей в организм человека (и их паров)
— через органы дыхания
— через кожные покровы.

Упомянутые реагенты обладают преимущественно наркотическим действием, оказывают выраженное раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и конъюнктиву глаза, умеренное — на кожу. Лучшая защита от них — работать в условиях приточно-вытяжной вентиляции, в специальных боксах. Если дело происходит в специализированных мастерских или лабораториях, то чаще всего там уже есть вытяжной шкаф.

Если невозможно устроить необходимую вентиляцию, работающих с органическими растворителями снабжают **средствами индивидуальной защиты: респираторами, противогазами, кислородно-изолирующими приборами** и т.п. (в зависимости от концентрации паров). В целом, пары растворителей замечательно сорбируются активированным углем (и многими другими сорбентами). Большую часть паров сможет задержать противогаз с коробкой класса А или маска-респиратор с аналогичным фильтрующим патроном.



Важно в описании искать что-то вроде "защищает от паров органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол и его гомологи, ксилол, сероуглерод и др.), фосфор- и хлорорганических ядохимикатов, пыли, дыма, тумана". Но к такой маске желательно еще и **герметичные очки**, стекла которых от запотевания натерты раствором, в состав которого входит желатин, сахар и вода в соотношении 2:20:50. Лучше конечно при наличии денег сразу взять какой-нибудь противогаз промышленный фильтрующий или [маску защитную панорамную](#).

Следующим после органов дыхания слабым местом при работе с растворителями являются **открытые участки кожи**. Если лицо спрятано под противогаз — остаются руки. **Многие растворители отлично впитываются через кожу** (толуол, тетрагидрофуран) и способны вызывать сильнейшие дерматиты и экземы (бензол, хлористый метилен, хлороформ и т.д.).

Поэтому оптимальным вариантом будет:

а) **использование защитных перчаток** (перчатки из поливинилового спирта — для хлорорганики, все остальные, вроде латексных или нитриловых — годятся только для спиртов, кетонов),

б) **применение специальных защитных мазей и паст**. Выполняя работы с ароматическими растворителями (толуол, бензол, сольвенты, ксилолы) используют пасты: ИЭР-1, ХИОТ-6, ПМ-1, ЯЛОТ. При работе с нафтеновыми, парафиновыми и смешанными растворителями — ЯЛОТ, ХИОТ-6, ИЭР-1. Составы этих проверенных временем мазей (часто называемых еще «биологические перчатки») приведены на картинке ниже.

Наименование материалов	Паста ХИОТ-6	Мазь Селиского	Паста ЯЛОТ	Мазь КМЦ	Паста ИЭР-1	Паста завода Заря	Мазь МИКОЛАН	Паста ПВС	Паста ПМ-1
	Состав мазей (в весовых частях)								
Желатин пищевой	2,4	1,9	—	—	—	—	—	—	2,0
Крахмал пшеничный или картофельный	5,6	14,1	—	—	—	—	—	—	14,0
Растительное или минеральное масло	—	9,4	—	—	—	—	—	—	7,5
Касторовое масло	—	—	19,6	—	—	—	—	—	—
Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)	—	—	—	3,9	—	—	—	—	—
Воск пчелиный	—	—	—	—	—	20,0	—	—	—
Ланолин — экстрагированный (безводный)	—	—	—	—	—	—	10,0	—	—
Поливиниловый спирт	—	—	—	—	—	—	—	100,0	—
Глицерин медицинский	7,2	14,1	—	11,7	10,0	40,0	—	25,0	12,6
Тальк	—	21,1	1,2	7,8	—	—	—	—	8,2
Мыло ядровое	—	—	39,6	—	—	—	—	—	—
Мыло хозяйственное (<40 %)	—	—	—	—	—	—	10,0	—	—
Мыло натриевое (строго нейтральное)	—	—	—	—	12,0	—	—	—	—
Жидкость Бурова	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—
Бензойная, салициловая или борная кислота(консервант)	—	1,9	—	—	—	—	—	—	0,3
Белая глина (каолин)	—	—	—	7,8	40,0	—	30,0	—	10,1
Вода	8,0	37,5	39,6	68,6	38,0	40,0	50,0	500,0	43,6

Ну и буквально пару слов про одежду. В обычных условиях что-то экстраординарное вроде военного костюма химической защиты применять смысла нет. Для защиты тела вполне **достаточно спецодежды (халата) из хлопчатобумажной ткани**. В случае особо агрессивной хлорорганики или ароматики к этому добавляют фартук/накидку с ПВХ/ПВА или резиновым/неопреновым покрытием. .