

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА ПРИ ЭКСТРУЗИОННОЙ СВАРКЕ ЛИСТОВ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА МАРКИ ПЭНД

¹Б. И. Мандров, ¹С. Д. Бакланов, ¹Д. Д. Бакланов, ²А.С. Влеско,
²А. Н. Путивский, ³С.Д. Сухинина

¹Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

²ОАО «ТЕХПОЛИМЕР», г. Красноярск, Россия

³ОАО ПМСК г. Барнаул т, г. Барнаул, Россия

Как было показано в работе [1] одним из способов соединения полиэтиленовых листов в геомембранах является ручная экструзионная сварка. Несмотря на то, что экструзионная сварка известна достаточно давно рекомендации, в справочной литературе по выбору параметров режима, имеют характер общих рекомендаций, требующих экспериментального уточнения. При этом следует отметить, что критерии оценки результатов экспериментов достаточно трудоемки, а по оценке характера скольжения насадки во многом субъективны.

При ручной экструзионной сварке полиэтиленовых листов (рисунок 1) формирование шва определяется параметрами режима – температурой экструдированной присадки и температурой воздуха подаваемого от нагревателя впереди насадки.



Рисунок 1 – Экструзионная сварка полиэтиленового листа марки ПЭНД

В тоже время, при сварке оператор перемещает экструдер, вдоль стыка опирая его нагретой насадкой на полиэтиленовый лист. Между насадкой и листом возникает трение, что приводит к образованию волны и затруд-

нению в перемещении экструдера. Этому же способствует высокая температура в зоне сварки.

Скольжение насадки по поверхности листа с ростом температуры экструдированной присадки улучшается, но это приводит к перегреву листа и ухудшению формирования шва. Если для оценки шва после экструзионной сварки при визуальном и измерительном контроле критерии могут быть сформулированы либо в виде размеров шва (количественные критерии), либо в виде ограничений (отсутствие надрывов, гладкое формирование - качественные критерии), то для оценки скольжения критерии не формулировались (субъективные критерии). Такое положение дел затрудняет проведение экспериментов по коррекции режима сварки и оценку их результатов и требует принятия компромиссного решения по количественным, качественным и субъективным критериям. Сравнение нескольких показателей, имеющих разные единицы измерения, затрудняет выбор наилучшего сочетания параметров из нескольких возможных.

По нашему мнению для решения этой проблемы может быть использована обобщенная функция желательности Харрингтона. В данной работе обсуждаются результаты экспериментов отработки параметров режима с использованием выше названного метода.

В основе построения обобщенной функции лежит идея преобразования полученных значений показателей свойств (в различных единицах измерения, в том числе с качественными, эстетическими, психологическими и личностными характеристиками) в безразмерную шкалу желательности. Назначение шкалы желательности - установление соответствия между полученными значениями

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА ПРИ ЭКСТРУЗИОННОЙ СВАРКЕ ЛИСТОВ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА МАРКИ ПЭНД

показателей свойств, режимов и оценками экспериментатора желательности того или иного показателя процесса. Стандартные отметки по шкале желательности не являются строго обязательными. В наших экспериментах использовались следующие градации функции желательности (таблица 1).

Таблица 1 - Стандартные отметки по шкале желательности

Желаемая оценка	Отметки по шкале желательности
Очень хорошо	1,00-0,80
Хорошо	0,80-0,63
Удовлетворительно	0,63-0,37
Плохо	0,37-0,20
Очень плохо	0,20-0,00

Выбор отметок на шкале желательности 0,63 и 0,37 объясняется удобством вычислений: $0,63 = 1 - (1/e)$, $0,37 = 1/e$. Для получения единой, обобщенной оценки необходимо задаться наиболее желательными значениями отдельных принятых к анализу показателей (количественных, качественных, субъективных и др.). Эти значения для отдельных показателей можно установить либо по рекомендациям, стандартам, либо по значениям, установленным на предварительной стадии эксперимента. На первой стадии необходимо установить границы допустимых значений (для «удовлетворительного» или «отличного» результата). Если такие данные отсутствуют, то ограничения для показателей делаются на основании опыта и прогностической интуиции экспериментатора.

В зависимости от «качества» показателя можно устанавливать односторонние или двусторонние ограничения. Если улучшение общей характеристики происходит только при однонаправленном изменении показателя (уменьшении или увеличении) - ограничение носит односторонний характер. Если изменение параметра вероятно в обе стороны от оптимальных значений, то ограничение должно носить двусторонний характер.

При проведении наших экспериментов с использованием функции желательности в качестве основы были приняты значения параметров режима, из диапазона рекомендуемых в справочной литературе и наших предварительных экспериментов. Поскольку изменение параметра режима сварки от опти-

мальных значений, изменение параметра от оптимальных значений может носить двусторонний характер, то ограничение на функции желательности также принято двусторонним. В качестве ограничений для каждого интересующего нас показателя (комплексного показателя оценки качества сварного шва с помощью ВИК и скольжения насадки экструдера) приняты значения функции желательности не менее 0,7. Такое же значение (0,7) принято для обобщенной функции желательности, применяемой при оценке компромиссного решения по количественным, качественным и субъективным критериям при выборе режима экструзионной сварки и вычисляемой по формуле 1.

$$D = \sqrt{d_1 \times d_2}, \quad (1)$$

где d_1, d_2 – соответственно желательности качества при ВИК и скольжения насадки.

В экспериментах участвовало три эксперта, при этом один эксперт производил сварку и оценивал качество сварного соединения и характер скольжения, а два эксперта оценивали только качество сварного соединения. В дальнейшем эксперты производили сварку, сменяя друг друга, что позволяло уменьшить влияние субъективных факторов на оценку характера скольжения. Оценка производилась по вышеуказанной шкале в таблице 1, включающей также фактические значения параметров режима сварки.

Эксперименты проводились на листах из полиэтилена (толщина 0,6; 1,0 и 1,6 мм) и присадочном прутке (диаметр 3,0 мм) марки ПЭНД. Насадка экструдера ступенчатого типа, соединения нахлесточные. В задачу эксперимента входило показать, что обобщенная функция желательности Харрингтона может быть использована для подобного класса задач. В таблице 2 приведены результаты экспериментов по определению вышеуказанной функции одного из экспертов. Аналогичные эксперименты проводились и для других экспертов.

Как видно из таблицы 2 ограничения функция желательности Харрингтона и параметров режима носят двухсторонний характер с выраженным максимумом. опыты, в которых значение функции желательности было менее установленной нормы, в даль-

Б. И. МАНДРОВ, С. Д. БАКЛАНОВ, Д. Д. БАКЛАНОВ,
А.С. ВЛЕСКО, А. Н. ПУТИВСКИЙ, С.Д. СУХИНИНА

нейшем не рассматривались. Параметра режима сварки, обеспечивающие наибольшее

значение обобщенной функции приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Экспериментальные значения параметров режима и функции желательности

№ опыта	Толщина листа, мм	Температура расплава, °С	Температура нагретого воздуха °С	Экспертная оценка скольжения 0-1,0 (один эксперт)	Экспертная оценка ВИК сварного шва 0-1,0 (три эксперта)
1	1,0	260	160	0,6	0,6
2	1,0	260	170	0,8	0,8
3	1,0	260	180	0,8	0,6
4	1,0	260	190	0,7	0,55
5	1,0	250	180	0,7	0,8
6	1,0	250	190	0,85	0,83
7	1,0	250	200	0,7	0,67
8	1,0	250	210	0,6	0,62
9	1,0	240	190	0,72	0,7
10	1,0	240	200	0,85	0,9
11	1,0	240	210	0,87	0,65
12	1,0	240	220	0,7	0,6
13	1,0	220	190	0,56	0,58
14	1,0	220	200	0,6	0,6
15	1,0	220	210	0,78	0,75
16	1,0	220	220	0,7	0,6

Таблица 3 – Значение обобщенной функции желательности Харрингтона

№ опыта (таблица 2)	Толщина листа, мм	Температура расплава, °С	Температура нагретого воздуха °С	Значение обобщенной функции желательности
2	1,0	260	170	0,8
5	1,0	250	180	0,75
6	1,0	250	190	0,84
9	1,0	240	190	0,71
10	1,0	240	200	0,87
15	1,0	220	210	0,76

Выводы:

1. При отработке режима экструзионной сварки полиэтиленовых листов целесообразно использовать методы компромиссной оценки результатов действий.
2. Обобщенная функция желательности Харрингтона позволяет получить хорошие результаты при небольшом количестве экспериментов.

Список литературы:

1. Сварка и контроль качества соединений противофилтратционных устройств/Б.И. Мандров [и др.]//Ползуновский альманах №4/2011, с. 65-68.