

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C07C 51/21

C07C 51/44 C07C 57/05

C07C 67/08 C07C 69/54



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99804619.1

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1107046C

[22] 申请日 1999.3.24 [21] 申请号 99804619.1
[30] 优先权
[32] 1998. 3.31 [33] DE [31] 19814387.7
[86] 国际申请 PCT/EP99/01995 1999.3.24
[87] 国际公布 WO99/50219 德 1999.10.7
[85] 进入国家阶段日期 2000.9.28
[71] 专利权人 巴斯福股份公司
地址 德国路德维希港
[72] 发明人 G·奈斯特勒 J·斯克若德
O·玛啻哈穆尔
[56] 参考文献
EP0009545A 1980.04.16 C07C51/42
审查员 罗 玲

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 吴亦华

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 1 页

[54] 发明名称 丙烯酸和丙烯酸酯的制备方法

[57] 摘要

本发明公开了一种制备丙烯酸的方法，包括以下步骤 A 和根据需要的步骤 B 和 C：A：使用低聚丙烯酸或丙烯酸与低聚丙烯酸的混合物，冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的包含丙烯酸的气态反应混合物，得到一种包含丙烯酸的气态混合物以及一种包含低聚丙烯酸的骤冷底部产物；B：分离包含丙烯酸的所述气态混合物，得到低沸点馏分、粗丙烯酸、和包含低聚丙烯酸的底部产物；C：利用一种或多种烷醇，将在步骤 B 中得到的粗丙烯酸进行酯化。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种制备丙烯酸的方法，包括以下步骤A：

A：使用低聚丙烯酸或丙烯酸与低聚丙烯酸的混合物，冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的包含丙烯酸的气态反应混合物至 100-190℃，得到一种包含丙烯酸的气态混合物以及一种包含低聚丙烯酸的骤冷底部产物。

2. 根据权利要求1所要求的方法，其中将包含丙烯酸的所述气态反应混合物在步骤A中冷却至 120-180℃。

3. 根据权利要求2所要求的方法，其中将包含丙烯酸的所述气态反应混合物在步骤A中冷却至 130-160℃。

4. 根据权利要求1或2所要求的方法，其中将包含丙烯酸的所述气态反应混合物在步骤A中，在喷雾冷却器中冷却。

5. 根据权利要求1或2所要求的方法，还包括以下步骤B：

B：分离包含丙烯酸的所述气态混合物，得到低沸点馏分、粗丙烯酸、和包含低聚丙烯酸的底部产物。

6. 根据权利要求5所要求的方法，其中步骤B的分离是在蒸馏塔中进行的且丙烯酸经由蒸馏塔的侧流卸料口而得到。

7. 根据权利要求1或2所要求的方法，其中将部分或所有的低聚丙烯酸返回到步骤A的冷却步骤中。

8. 根据权利要求5所要求的方法，其中在步骤B中得到的所述粗丙烯酸转化成纯丙烯酸。

9. 根据权利要求8所要求的方法，其中在步骤B中得到的所述粗丙烯酸通过结晶转化成纯丙烯酸。

10. 根据权利要求1或2所要求的方法，其中将分别包含低聚丙烯酸的步骤A所得骤冷底部产物或步骤B所得底部产物的一部分、或其混合物在催化剂的存在下加热，得到一种包含丙烯酸的混合物。

11. 根据权利要求10所要求的方法，其中在步骤A中使用所述包含丙烯酸的混合物进行冷却。

12. 一种制备丙烯酸酯或两种或多种丙烯酸酯的混合物的方法，包括权利要求 1-3 中任何一项所定义的步骤 A、权利要求 4 或 5 所定义的步骤 B、和另一步骤 C：

C：利用一种或多种烷醇，将在步骤 B 中得到的粗丙烯酸进行酯化。

13. 根据权利要求 12 的方法，其中将包含低聚丙烯酸的步骤 A 所得骤冷底部产物的一部分、和在步骤 C 酯化反应中得到的高沸点副产物的全部或一部分在催化剂的存在下加热，得到一种包含丙烯酸和丙烯酸酯的混合物。

14. 通过使用低聚丙烯酸或丙烯酸与低聚丙烯酸的混合物冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的包含丙烯酸的气态反应混合物的方法。

丙烯酸和丙烯酸酯的制备方法

本发明涉及一种制备丙烯酸的方法，该方法包括使用低聚丙烯酸或包含丙烯酸和低聚丙烯酸的混合物来冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的包含丙烯酸的气态反应混合物，并产生一种包含丙烯酸的气态混合物。本发明还涉及一种制备丙烯酸酯的方法。此外，本发明更一般地涉及，使用低聚丙烯酸或包含丙烯酸和低聚丙烯酸的混合物来冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的气态反应混合物。

丙烯酸由于其高反应性双键和酸官能而成为一种用于制备聚合物的有用单体，例如，用于制备适用作粘合剂的聚合物水分散体。

得到丙烯酸的一种途径是在较高温度下，在催化剂的存在下，用氧气或含氧气体将丙烯和/或丙烯醛进行气相氧化，由于高反应热而优选用惰性气体和/或水蒸汽稀释反应物。

用于该反应的催化剂一般是基于例如钼、铬、钒或铈的氧化物的氧化物型多组分体系。

但该方法生产出的不是纯丙烯酸而是一种混合物，它除了丙烯酸还包含次要组分，主要为未反应的丙烯醛和/或丙烯、水蒸汽、碳氧化物、氮气、氧气、乙酸、甲醛、苯甲醛、糠醛、和马来酸酐，丙烯酸必须随后从中分离。

丙烯酸从气态反应混合物中的分离一般通过使用，例如高沸点溶剂或溶剂混合物的逆流吸收、以及多个随后的蒸馏处理步骤来进行，这例如描述于 DE-A 2136396 和 DE-A 4308087。在 EP-B 0009545、US5154800、DE-A 3429391 和 DE-A 2121123 中，吸收首先用水/含水丙烯酸逆流进行，然后进行萃取蒸馏或共沸蒸馏。

这些方法的缺点一般在于，它们技术复杂并且耗费能量，而且为了吸收或萃取，需要额外的有机溶剂/溶剂混合物，它们必须在单独的蒸馏步骤中再次分离并可能在再次使用前需要进行纯化。

这些方法的另一缺点在于,在丙烯氧化时伴随丙烯酸得到的乙酸(乙酸的含量:相对丙烯酸量的0.5-10%重量)必须在复杂的蒸馏步骤中分离出。由于沸点上差别小且丙烯酸极容易聚合,由US3844903看来,这项工作尤其困难。

考虑到丙烯酸系化合物高度倾向于进行聚合反应的已知事实,具有多步蒸馏处理操作的工艺一般被认为是不利的,因为它们增加了丙烯酸的聚合反应倾向。

本发明现在的一个目的是提供一种得到丙烯酸的简单方法,它首先无需任何附加溶剂/吸收剂或萃取剂,其次在实施时在能耗上有利。

已经发现,该目的可由本发明而实现,本发明提供了一种制备丙烯酸的方法,包括以下步骤A:

A: 使用低聚丙烯酸或丙烯酸与低聚丙烯酸的混合物,冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的包含丙烯酸的气态反应混合物,由此得到一种包含丙烯酸的气态混合物以及一种包含低聚丙烯酸的骤冷底部产物。

就本发明而言,术语“包含丙烯酸的气态反应混合物”包括在气相氧化制备丙烯酸时得到的任何反应混合物。

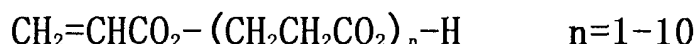
如果使用丙烯/丙烯醛作为起始原料来制备丙烯酸,有关气态反应混合物在约200-300℃下通过气相氧化而得到且包含约1-30%重量丙烯酸以及以下副产物:未反应丙烯(约0.05-1%重量)、丙烯醛(约0.001-2%重量)、丙烷(约0.01-2%重量)、水蒸汽(约1-30%重量)、碳氧化物(约0.05-15%重量)、氮气(约0-90%重量)、氧气(约0.05-10%重量)、乙酸(约0.05-2%重量)、丙酸(约0.01-2%重量)、醛(约0.05-3%重量)、和马来酸酐(约0.01-0.5%重量)。

该气态反应混合物利用低聚丙烯酸或包含丙烯酸和低聚丙烯酸的混合物一般冷却至约100-190℃,优选约120-180℃,尤其是约130-160℃,得到包含丙烯酸的另一气态混合物。

作为冷却装置,可以采用已知用于此的任何已有技术装置,优选使用文丘里洗涤器或喷雾冷却器(骤冷),尤其是后者。

在此,按照本发明使用的术语“低聚丙烯酸”包括通过利用迈克尔

加成，将羧基加成到烯属双键上而得到的具有以下结构式 I 的产物：



在制备丙烯酸时总是形成低聚丙烯酸，并且其形成受温度和停留时间的影响，但不会受抑制剂的影响或抑制。

在本发明的一个优选实施方案中，将部分或所有的低聚丙烯酸返回到步骤 A 的冷却步骤中。

这样得到的包含丙烯酸的气态混合物优选在步骤 B 进行分离，得到粗丙烯酸、低沸点馏分、和包含低聚丙烯酸的底部产物。尤其是，步骤 B 的分离在蒸馏塔中进行且优选这样进行，以使得所述丙烯酸通过蒸馏塔的侧流卸料而得到。

该工艺一般如下进行：

将包含丙烯酸的来自步骤 A 的气态混合物导入蒸馏塔的较低部分，其中气态组分和低沸点化合物，尤其是醛、乙酸和水经由蒸馏塔的塔顶而分离出。

丙烯酸经由侧流卸料，在蒸馏塔的下部 1/3 处，作为粗丙烯酸而取出。

高沸点化合物(主要是低聚丙烯酸)在蒸馏塔的底部得到。

用于本发明方法的塔并不受任何特定的限制。原则上，合适的塔是具有能够产生有效分离的内构件的所有那些。

合适的塔内构件是所有的常规内构件，尤其是塔板、以及无规和/或结构化的填充物。关于塔板，优选泡罩塔板、筛板、浮阀塔板和/或双流塔板。该塔包含至少一个冷却装置。合适的此类装置包括其中冷凝时释放的热被间接(向外)散失的所有那些热转移设备或热交换器。所有的常规装置都可用于此目的，优选管束热交换器，板式换热器、和空气冷却器。在空气冷却器的情况下的合适冷却介质合适地为空气，且在其它冷却装置时为液体冷却剂，尤其是水。如果只提供一个冷却装置，将它安装在塔的塔顶，在此将低沸点馏分冷凝出来。

熟练技术人员容易确定所需的冷却装置数目，这取决于冷凝馏分以及相应组分的所需纯度，冷凝组分的纯度基本上由塔的安装分离效力，即，塔高度、塔板数、和来自步骤 A 的待冷凝气态混合物的输入能量所确定。如果存在两个或多个冷却装置，最好将它们安装在塔的不同区段。

例如，如果来自步骤 A 的气态混合物不仅包含高比例的不可冷凝组

分,而且还包含高沸点、中沸点和低沸点馏分,可在塔的较低区段提供一个冷却装置以冷凝出高沸点馏分并在塔的塔顶提供一个冷却装置以冷凝出低沸点馏分。冷凝馏分在塔的相应区段通过侧流卸料而导出。根据高沸点、中沸点和低沸点馏分中的组分数,可在每种情况下提供两个或多个侧流卸料口。通过侧流卸料而取出的馏分可随后经过进一步纯化步骤,例如蒸馏或萃取分离工艺或结晶,这取决于所需的组分纯度。

在本发明的一个优选实施方案中,有一个高沸点化合物卸料口、一个低沸点化合物卸料口、以及一个或两个中沸点化合物卸料口。

塔内的压力取决于不可冷凝组分的量,且优选为 0.5-5 巴(绝对压力),尤其是 0.8-3 巴(绝对压力)。

其中低沸点化合物-即,基本上且通常为醛、乙酸和水-被分离出的分离设备区域的温度为约 25-50℃,优选约 30-40℃;其中得到粗丙烯酸的区域温度为约 70-110℃,优选约 80-100℃;且底部温度保持在约 90-140℃,尤其是约 115-135℃。

在本领域常规的试验范围内,熟练技术人员可以根据特定的分离要求而确定出该塔的精确定操作条件,如温度和压力、冷却装置的排列和定位、用于取出所需馏分的侧流卸料口的定位、塔高度和塔直径的选择、塔中分离有效的内构件/塔板的数目和间隔、以及分离有效的塔内构件的类型。

在包含丙烯酸的气态混合物(气态混合物)中存在高沸点馏分、中沸点馏分、低沸点馏分和不可冷凝组分的情况下,该工艺有利地按照附图所示并按照以下所述来进行,其中所述塔可以细分为其中解决不同技术工艺问题的不同区段。

在本文中,附图中的标识表示塔中的单个区段(I. a-I. f)和塔上游的单独区段/装置(E)、输入和输出管线(1-11)、和冷却回路 II 和 III。

E. 骤冷:

冷却气态混合物

在装置 E 中,加入气态混合物并冷却。这可通过例如用冷却介质直接冷却来进行,该冷却介质是在塔下一区段中冷凝的包含低聚丙烯酸的高

沸点馏分。这时,将来自线路1的气态混合物在骤冷器E中冷却,然后经由线路2供料到塔的底部区域I.a。利用线路3,将冷凝的高沸点馏分返回到骤冷器中以冷却所述气态混合物。在此,返回用于冷却的低聚丙烯酸(高沸点化合物)可在冷却器(K)中冷却,例如至80-150℃。从该工艺中除去通常为基于100%重量丙烯酸的重量的0.1-10%重量的一分流。

I. b 冷却回路 II:

冷凝高沸点馏分

在塔区段I.b中,冷凝热利用具有例如水作为冷却介质的热交换器经冷却回路II向外散失:其中经由线路4,从塔中取出冷凝的高沸点馏分,将其冷却,然后经由线路5将一部分已冷却、冷凝的高沸点馏分再循环到塔中,同时根据骤冷器中液位将另一部分经由线路3返回到骤冷器E。使已再循环的、冷凝的高沸点馏分与上升的气态混合物逆流而行。

I. c 冷却回路 II→侧流卸料口:

浓缩高沸点化合物

在塔区段I.b(冷却回路II)与I.d(侧流卸料口)之间的塔区段I.c中,朝向冷却回路II,高沸点馏分被蒸馏浓缩并从逆流向上而行的气态混合物中冷凝出来。

I. d 侧流卸料口:

取出中沸点馏分

利用塔区段I.d中的侧流卸料口7,通过例如收集塔板,将所需的目标准组分丙烯酸以液体形式作为粗丙烯酸取出,然后将其中一些作为回流(R)如果需要经过一个位于侧流卸料口7下方的热交换器返回到塔中。

I. e 侧流卸料口→冷却回路 III:

浓缩中沸点化合物

在塔区段I.d(侧流卸料口7)与I.f(冷却回路III)之间的塔区段I.e中,将气态混合物的中沸点馏分从向上而行的气态混合物中蒸馏浓缩,这样中沸点馏分就朝向侧流卸料口(区段I.d)被浓缩。

I. f 冷却回路 III:

冷凝低沸点馏分

在外冷却回路 III 的塔区段 I. f 中, 将低沸点馏分从逆流向上而行的气态混合物中冷凝。类似于冷却回路 II, 冷凝热利用冷却回路 III, 通过具有例如水作为冷却介质的热交换器向外散失: 其中经由线路 8 取出冷凝的低沸点馏分, 将其冷却, 然后将一部分已冷却的、冷凝的低沸点馏分经由线路 9 再循环到塔中, 同时将另一部分经由线路 10 取出。未冷凝的气体则经由线路 11 从塔的塔顶取出, 如果合适, 也可将气流过热以防在蒸气管中进一步冷凝。

该气体优选经由线路 11 作为循环气体返回到丙烯酸制备阶段。

关于该工艺的其它细节在 DE-A19740253 中给出, 在此将其作为参考完全并入本发明。

在分离步骤中, 加入聚合反应抑制剂用于稳定, 抑制剂例如有吩噻嗪、酚类化合物、N-O 化合物、或两种或多种这些物质的混合物, 优选吩噻嗪或对苯二酚、吩噻嗪与对苯二酚的混合物、对苯二酚单甲醚、对-亚硝基苯酚、亚硝基二乙基苯胺或四甲基-哌啶-1-羟基化物 (Tetramethylpiperidin-1-oxyl), 如 DE-A 1618141 所述。

将分离之后得到的低沸点化合物从分离装置中取出, 然后在加入或不加入聚合反应抑制剂的情况下, 作为回流全部或部分返回到分离装置的较上部位, 这样可在其中帮助冷凝包含丙烯酸的气态混合物中所含的低沸点化合物。

通过已有技术的方法, 将优选利用侧流卸料口作为中沸点化合物得到的粗丙烯酸进行结晶或蒸馏, 得到纯的丙烯酸。这时, 将全部或部分的结晶母液、和/或(如果合适)一部分粗丙烯酸供料到塔的侧流卸料口下方。

此外, 按照本发明得到的粗丙烯酸还可通过已有技术的方法进行酯化, 如例如于 DE-A 19547485 及其引用的已有技术所描述的。

因此, 本发明还提供了一种制备丙烯酸酯、或其两种或多种丙烯酸酯的混合物的方法, 它除了以上定义的步骤 A 和 B, 还包括另一步骤 C:

C: 利用一种或多种烷醇, 将在步骤 B 中得到的粗丙烯酸进行酯化。

关于丙烯酸酯化反应的其它细节, 参考上述的 DE-A 19547485 及其

所引用的已有技术，在此将其作为参考完全并入本发明。

在步骤 A 中得到的骤冷底部产物主要-即，在 60-100% 重量的程度上-由低聚丙烯酸组成。该低聚丙烯酸可在本发明方法的范围内进一步使用如下：

1. 一部分-根据骤冷器中的液位-在步骤 B 中得到的高沸点馏分经由冷却设备，优选常规的热交换器供料到骤冷器，冷却至一般约 40-100℃，优选约 80-100℃，然后返回到步骤 A，以冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的包含丙烯酸的气态反应混合物。

2. 优选地在例如描述于乌尔曼化学技术百科全书 (Ullmanns Encyklopaedie der techn. Chemie)，第 4 版，第 7 卷，第 83 页中的催化剂，优选无机酸或非丙烯酸的有机酸，如烷基-或芳基磺酸，尤其是硫酸、磷酸、甲磺酸或对甲苯磺酸的存在下，将从骤冷器中取出的低聚丙烯酸热裂解成丙烯酸。将在该工艺步骤中作为馏出物得到的裂解产物，即，主要是丙烯酸和二丙烯酸或与在步骤 B 中得到的粗丙烯酸合并并进一步处理或加工，或再循环到步骤 A 以冷却在气相氧化时得到的气态反应混合物。在冷却该气态反应混合物的过程中，该丙烯酸蒸发并因此回收。

3. 本发明另一有利实施方案包括，按照 DE-A 19547485 所述，将所得低聚丙烯酸与通常在制备丙烯酸酯时得到的羟基酯进行裂解。因此，首先将在酯化反应中得到的包含羟基酯的底部产物分离出，然后

-将低聚丙烯酸直接加入该底部产物中；然后在与低聚丙烯酸不同的酸催化剂的存在下，通过高温作用，将底部产物中的羟基酯裂解，

或

-首先通过蒸馏从来自丙烯酸酯制备的底部产物中分离出羟基酯，将低聚丙烯酸加入馏出物，然后在与低聚丙烯酸不同的酸催化剂的存在下，在高温作用下进行裂解。

在此，低聚丙烯酸占所要裂解的混合物的比例为约 10-50% 重量，优选约 10-40% 重量。

优选的是，除了可能已存在且与低聚丙烯酸不同的酸性酯化反应催化

剂，额外将选自无机酸如硫酸或磷酸、和与低聚丙烯酸不同的有机酸如烷基-或芳基磺酸，尤其是甲磺酸或对-甲苯磺酸的其它酸加入所要裂解的混合物中。在此，所含的非低聚丙烯酸的酸的总量为约 1-20% 重量，优选约 5-15% 重量，以所要裂解的混合物的量为基。将在该裂解操作中得到的主要包含丙烯酸酯、烷醇和丙烯酸的混合物送去酯化反应或粗丙烯酸酯的加工处理。

低聚丙烯酸以及来自丙烯酸酯制备的底部产物的这种裂解反应的其它细节可从上述 DE-A 19547485 中得到，在此将其作为参考完全并入本发明。

因此，正如上文所述，本发明还提供了一种制备丙烯酸或丙烯酸酯的方法，其中将分别包含低聚丙烯酸的步骤 A 所得骤冷底部产物或步骤 B 所得底部产物的一部分、或其混合物在催化剂的存在下加热，得到一种包含丙烯酸的混合物；且提供了一种制备丙烯酸或丙烯酸酯的方法，其中将包含低聚丙烯酸的步骤 A 所得骤冷底部产物的一部分、和在步骤 C 酯化反应中得到的高沸点副产物的一部分或全部在催化剂的存在下加热，得到一种包含丙烯酸和丙烯酸酯的混合物。

包含丙烯酸的混合物可完全或部分用于按照步骤 A 的冷却。此外，包含丙烯酸的混合物和包含丙烯酸和丙烯酸酯的混合物可完全或部分、单独或合并地返回到酯化反应阶段。

本发明方法可连续或间歇进行，其中优选连续进行。

本发明方法具有以下优点：

1. 无需任何外来的吸收剂或萃取剂。总是要在制备丙烯酸时得到的低聚丙烯酸本身用于冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的包含丙烯酸的气态反应混合物。

2. 该方法在技术上较简单，因为仅需要一个分离设备。由于在气相氧化时得到的反应混合物仅仅被冷却并转化成另一气态混合物，因此该方法的实施在能量角度上也是较有利的。

3. 低聚丙烯酸可再转化成目标产物，即，丙烯酸。

按照本发明得到的粗丙烯酸可通过结晶或蒸馏而直接处理成纯丙烯

酸，或可用烷醇酯化。

本发明最一般的形式还涉及，将低聚丙烯酸或丙烯酸与低聚丙烯酸的混合物用于冷却在气相氧化制备丙烯酸时得到的包含丙烯酸的气态反应混合物。

现参考实施例对本发明进行说明。

实施例

以常规方式用分子氧对丙烯进行两步催化氧化，得到一种具有以下组成的气态反应混合物：

9.84% 重量丙烯酸，

0.4% 重量乙酸，

4.42% 重量水，

0.11% 重量丙烯醛，

0.21% 重量甲醛，

0.07% 重量马来酸酐，和

丙酸、糠醛、丙烷、丙烯、氮气、氧气、和碳氧化物。

在喷雾冷却器(骤冷)中，通过喷入低聚丙烯酸(800升/小时)将该气态反应混合物冷却至140℃。在该工艺步骤中，低聚丙烯酸经由热交换器进行循环，且温度确定为95℃。

以3克/小时的速率，将多余的低聚丙烯酸通过液位控制而去除。

将包含丙烯酸的已冷却的气态混合物经由一个液滴分离器(旋风分离器)到达蒸馏塔的较低部位，该蒸馏塔配有60个双流塔板、塔板14和15之间的侧流卸料口、和位于蒸馏塔塔顶的喷雾冷凝器。蒸馏塔的塔顶温度为34℃，蒸馏塔的底部温度为100℃。

在喷雾冷凝器中得到的主要由水和乙酸组成的馏出物在去除其自身的20%和加入2000ppm的对苯二酚之后，作为回流被重新加到最上塔板。经由侧流卸料，从该蒸馏塔中取出了350克/小时的液态粗丙烯酸。该粗丙烯酸包含97.3%重量丙烯酸、0.9%重量乙酸、0.05%重量丙酸、0.01%重量丙烯醛、0.03%重量糠醛、和1.5%重量水。

将一部分-根据骤冷器中的液位-在蒸馏塔底部得到的高沸点馏分供

料到该骤冷器中。将另一部分高沸点馏分经过一个热交换器，然后加到第5塔板上，此处的温度已确定为100℃。

将从骤冷器底部取出的包含约80%重量低聚丙烯酸的底部产物在1%重量硫酸的存在下，在可加热的2升带搅拌的反应器中，在150℃下加热3小时，然后将形成的裂解产物以气态形式经由喷射护板（Spritzschutz）连续取出并冷凝。馏出物（加料量的91%重量）主要由丙烯酸和二丙烯酸组成，并用500ppm吩噻嗪加以稳定，并同样被送至冷却回路中以冷却气态反应混合物。

